



Universidade de São Paulo

vencerás pela
educação

RH nº 019/2026

FIS

Físico (especialidade: Física Experimental

com ênfase em Física da Matéria

Condensada e Técnicas de Caracterização
de Materiais)**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 FIS**. 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

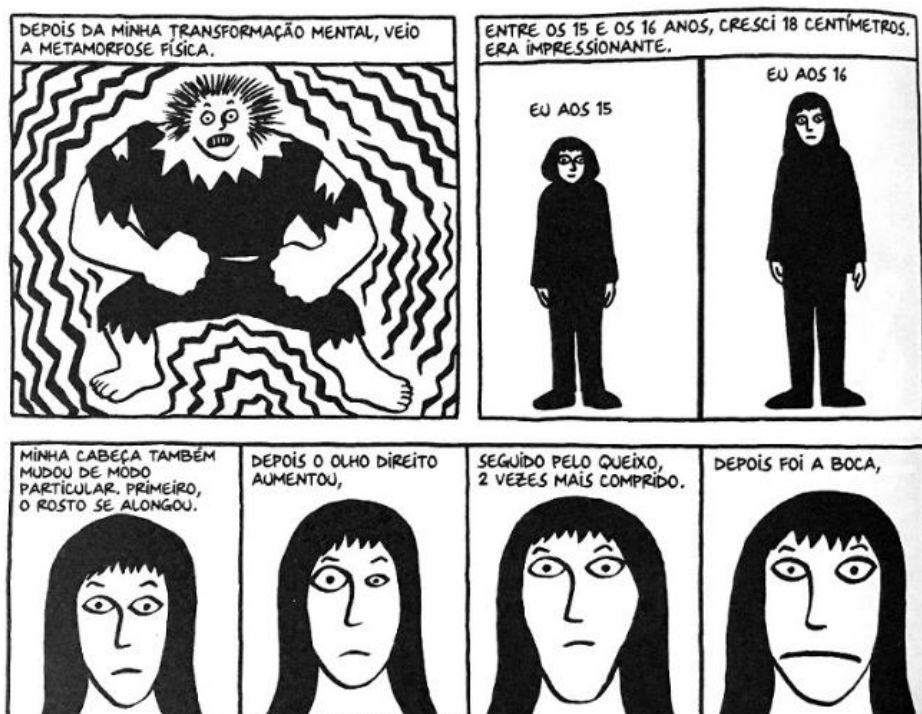
Declaro que li e estou ciente das informações que constam na capa desta prova, na folha de respostas, bem como dos avisos que foram transmitidos pelo fiscal de sala.

ASSINATURA

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

01

Observe a sequência de quadrinhos a seguir:



SATRAPI, Marjane. *Persépolis* (completo). São Paulo: Companhia das Letras (Quadrinhos na Cia), 2007

Nos quadrinhos apresentados, a narradora descreve as mudanças físicas vividas na adolescência. A articulação entre os textos verbais das legendas e as imagens dos quadros cumpre a função de

- (A) explicar as causas biológicas das transformações físicas da adolescência, conferindo caráter informativo à narrativa.
- (B) contradizer as informações das legendas, revelando que as mudanças descritas foram exageradas pela narradora.
- (C) ampliar o sentido do relato verbal, tornando visível e concreto o processo de transformação corporal descrito pela narradora.
- (D) substituir a narração verbal, dispensando o texto escrito para a compreensão da sequência de eventos.
- (E) demonstrar que as transformações físicas ocorreram de forma ordenada e simétrica, seguindo um padrão previsível.

02

Na estrofe final da letra da canção *O Quereres*, Caetano Veloso escreve:

"O quereres e o estares sempre a fim / Do que em mim é de mim tão desigual / Faz-me querer-te bem, querer-te mal / Bem a ti, mal ao quereres assim / Infinitivamente pessoal / E eu querendo querer-te sem ter fim / E, querendo-te, aprender o total / Do querer que há, e do que não há em mim"

VELOSO, Caetano. *O Quereres*. In: *Velô*. São Paulo: Polygram, 1984.

Nessa estrofe, o poeta emprega sistematicamente verbos no infinitivo como se fossem substantivos: "o quereres", "o estares", "do querer". Considerando a relação entre essa escolha morfossintática e o efeito de sentido produzido, é correto afirmar:

- (A) A nominalização dos verbos tem função exclusivamente métrica, garantindo a contagem silábica dos decassílabos sem interferir no significado ou na construção figurada do poema.
- (B) Ao transformar verbos em substantivos, o poeta converte ações em objetos passíveis de análise e contemplação, produzindo uma metáfora gramatical que materializa o desejo como algo concreto, porém inatingível.
- (C) O uso do infinitivo nominalizado é um arcaísmo da língua portuguesa que o poeta recupera para conferir à letra um tom erudito e distante da linguagem coloquial contemporânea.
- (D) A transformação de verbos em substantivos indica que o eu lírico superou o estado de desejo e passou a observar o amor de fora, como espectador neutro e desapaixonado da própria experiência.
- (E) Ao nominalizar os verbos, o poeta desfaz a tensão antitética que organiza as estrofes anteriores, propondo uma reconciliação entre os opostos que marca a resolução do conflito central da letra.

03

Leia o trecho a seguir, extraído de *Raízes do Brasil*, de Sérgio Buarque de Holanda:

“Seu ideal será colher o fruto sem plantar a árvore. Esse tipo humano ignora as fronteiras. No mundo tudo se apresenta a ele em generosa amplitude e, onde quer que se erija um obstáculo a seus propósitos ambiciosos, sabe transformar esse obstáculo em trampolim. Vive dos espaços ilimitados, dos projetos vastos, dos horizontes distantes.”

A expressão “sabe transformar esse obstáculo em trampolim” é empregada em sentido figurado para indicar que o tipo descrito

- (A) reconhece os limites impostos pelo meio e adapta seus objetivos a eles.
- (B) enfrenta cada dificuldade com método, avançando etapa por etapa.
- (C) ignora os obstáculos por considerá-los irrelevantes diante de seus projetos.
- (D) converte as dificuldades encontradas em impulso para alcançar seus objetivos.
- (E) busca apoio externo para transpor os impedimentos que surgem em seu caminho.

04

Observe a fotografia de Sid Vicious, baixista da banda britânica Sex Pistols, símbolo do movimento *punk* dos anos 1970, e leia a afirmação do diretor norueguês Joachim Trier:

“A ternura é o novo punk.”



A justaposição entre a imagem e a frase do diretor explora um recurso semântico ao atribuir à palavra “punk” dois sentidos distintos. Nesses dois contextos, “punk” designa, respectivamente,

- (A) um estilo musical agressivo e, na frase de Trier, uma postura de ingenuidade sentimental adotada por artistas jovens.
- (B) uma subcultura marcada pela rebeldia e pela ruptura com o *establishment* e, na frase de Trier, uma atitude de resistência às convenções por meio da afetividade.
- (C) um movimento artístico britânico de contestação política e, na frase de Trier, a superação definitiva dos valores que esse movimento representou.
- (D) uma estética visual de transgressão e provocação e, na frase de Trier, a substituição dessa estética por padrões comportamentais mais aceitáveis socialmente.
- (E) uma forma de expressão musical radical e, na frase de Trier, um gênero cinematográfico alternativo caracterizado pela leveza emocional.

05

Capricornianos trabalham muito. Cancerianos são emotivos. Sagitarianos adoram uma festa. Geminianos mudam de opinião facilmente. Seja numa festa, num papo de bar, numa conversa informal, você provavelmente já ouviu generalizações desse tipo após alguém mencionar a própria data de aniversário.

No mundo atual, mais diverso, plural e com respeito a pautas identitárias, parece haver algo de profundamente anacrônico nessas descrições de signos solares. A pauta decolonial, no entanto, chegou também à astrologia para refletir novas demandas da sociedade.

Para um novo segmento de astrólogos, o momento não é de responder aos críticos e tornar a astrologia mais objetiva e científica, menos folclórica, mas sim propor uma concepção estendida e política. É uma astrologia que retoma sua face de linguagem cultural popular de sua própria época.

Quando signos astrológicos são usados para reduzir a amplitude dos comportamentos de um indivíduo a uma única forma, há algo similar ao que acontece no mau uso do conceito de raça. “Ambas são exercícios de imaginação, de criação de padrões e de tipificação”, escreve Alice Sparkly Kat, “construções sociais enraizadas nos circuitos da cultura”.

VALOR ECONÔMICO. *Astrologia dos novos tempos: revisão de conceitos e olhar decolonial enriquecem o estudo dos astros*. Valor Econômico, 4 jun. 2026. Adaptado.

No trecho “No mundo atual, mais diverso, plural e com respeito a pautas identitárias, parece haver algo de profundamente anacrônico nessas descrições de signos solares. A pauta decolonial, no entanto, chegou também à astrologia para refletir novas demandas da sociedade.”, o conectivo “no entanto”, empregado entre os dois períodos, estabelece uma relação de

- (A) explicação do que foi afirmado no período anterior.
- (B) conclusão derivada das ideias desenvolvidas anteriormente.
- (C) oposição entre o anacronismo da astrologia e sua renovação crítica.
- (D) condição para que a pauta decolonial ingresse na astrologia.
- (E) confirmação da ideia de que a astrologia permanece inalterada.

06

Leia o trecho a seguir:

“Para um novo segmento de astrólogos, o momento não é de responder aos críticos e tornar a astrologia mais objetiva e científica, menos folclórica, mas sim propor uma concepção estendida e política.”

No contexto em que aparece, a palavra “folclórica” pode ser substituída, sem prejuízo do sentido original, por

- (A) tradicional e popular.
- (B) fantasiosa e irreal.
- (C) regional e oral.
- (D) lúdica e festiva.
- (E) supersticiosa e irracional.

07

Leia o fragmento a seguir que mimetiza a linguagem de um parecer técnico:

“Os dados coletados sugerem que o programa atingiu seus objetivos centrais. É razoável considerar que os indicadores de desempenho refletem uma tendência positiva consolidada. A coordenação deve, portanto, manter as ações em curso, visto que os resultados obtidos comprovam a eficácia da metodologia adotada.”

O fragmento apresenta uma inconsistência no uso dos modalizadores porque

- (A) emprega o verbo "sugerir" em contexto que exige linguagem técnica estritamente denotativa, incompatível com a modalização epistêmica.
- (B) utiliza modalizadores deônticos onde seriam necessários modalizadores epistêmicos, o que inverte a hierarquia argumentativa esperada em pareceres institucionais.
- (C) alterna entre modalização epistêmica asseverativa e não-asseverativa sem critério semântico, produzindo ambiguidade sobre a posição do enunciador.
- (D) concentra todos os modalizadores no início do texto, enfraquecendo progressivamente o argumento ao longo do parágrafo.
- (E) o texto parte de formulações que relativizam o grau de certeza do enunciador e encerra com uma asserção categórica.

**08**

“Para enfraquecer o desenvolvimento sustentável, nós trouxemos a biointeração; para a coincidência, trouxemos a confluência; para o saber sintético, o saber orgânico; para o transporte, a transfluência; para o dinheiro (ou a troca), o compartilhamento; para a colonização, a contracolônização... e assim por diante.”

SANTOS, Antônio Bispo dos. *A terra dá, a terra quer*. São Paulo: Ubu Editora / Piseagrama, 2023

No trecho, o autor constrói pares de termos que se substituem mutuamente dentro de sua proposta argumentativa. Do ponto de vista lexical, as palavras criadas ou reapropriadas pelo autor caracterizam-se principalmente por

- (A) serem estrangeirismos adaptados ao português por transliteração, o que indica a influência de línguas indígenas na formação do vocabulário político do autor.
- (B) constituírem latinismos de uso técnico-científico, cuja incorporação ao texto demonstra que o autor dialoga com a tradição acadêmica ocidental que pretende contestar.
- (C) serem arcaísmos recuperados da oralidade quilombola, o que evidencia a intenção do autor de preservar formas linguísticas em extinção frente ao avanço do colonialismo.
- (D) resultarem de processos morfológicos de derivação, o que lhes confere densidade semântica e as torna instrumentos de uma estratégia discursiva deliberada de resignificação.
- (E) serem gírias de origem afrobrasileira que o autor eleva ao registro formal, transformando expressões cotidianas da favela e do quilombo em conceitos filosóficos reconhecíveis pela academia.

09

Leia os dois fragmentos a seguir:

Texto I:

“As regências verbais mudam com o tempo porque os falantes passam a interpretar de forma nova o significado dos verbos, atribuindo a eles novos sentidos, ou formando paralelismos sintáticos com verbos de significado semelhante.”

BAGNO, Marcos. *Gramática pedagógica do português brasileiro*. São Paulo: Parábola, 2011.

Texto II:

“O verbo bater pode ocorrer em diversas construções: *O Atlético bateu o Flamengo* ('derrotar'); *O canalha bateu no meu cachorro* ('espancar'); *O carro bateu no poste* ('chocar-se'). Para cada verbo, temos que levantar as construções em que ocorre.”

PERINI, Mário A. *Sintaxe*. São Paulo: Parábola, 2019.

Os dois textos convergem ao sustentar que

- (A) a construção em que um verbo ocorre, incluindo a presença ou ausência de preposição, integra seu significado, de modo que variações na estrutura sintática produzem variações de sentido.
- (B) as mudanças de regência verbal resultam de pressão normativa exercida pelas gramáticas escolares sobre os usos efetivos da língua falada.
- (C) o significado de um verbo é estável e independente da construção em que aparece, cabendo à preposição apenas marcar relações gramaticais obrigatórias.
- (D) verbos de uso frequente tendem a se tornar transitivos diretos por analogia com outros verbos de semântica equivalente, processo que empobrece a distinção de sentidos na língua.
- (E) a lista de construções em que um verbo pode ocorrer constitui informação enciclopédica sobre seu uso histórico, não uma propriedade gramatical que o falante precisa dominar.

Texto para as questões de 10 a 15

Humanity isn't ready for the coming intelligence explosion

Society dictates that the acceptable risk of catastrophic meltdown for a nuclear power plant is roughly one in a million. Experts in artificial intelligence estimate the risk of an AI-caused catastrophic event at 10–50%. Strikingly, this concern is being openly voiced by the very people who have the strongest incentives to project confidence rather than alarm: the founders of the largest AI laboratories.

AI leaders are in a race they feel unable to escape. AI investments are set to outspend the Manhattan Project 100-fold, even adjusting for inflation. Yet spending on AI safety might be 100 times less.

Within a couple of years, possibly much sooner, AI may achieve so-called closed-loop recursive self-improvement (RSI): the capacity to rewrite its own code to become more capable, without human intervention. Should that happen, the result could be an intelligence explosion of a kind for which there is no precedent and no map.

Giving birth to a superintelligence would be the most consequential moment in human history — and it is likely to be irreversible, as any “off” switch humanity might design will probably fail. That is because in security architectures the weakest link is invariably the human; a superintelligent AI would be able to exploit our psychological vulnerabilities.

Humanity simply does not have a strategy to ensure it remains safe through RSI. Can governments be counted on to step in when needed? The evidence so far is not hugely encouraging. Recent emergency export controls and national-security restrictions create a patchwork of ad hoc interventions that only further highlight the governance gap.

The first priority should be an agreement between the two heavyweights of AI: America and China. Their governments should form a joint commission to build frameworks for reliability and security. Treaties have traditionally relied not on trust but on verification and with AI, more of the infrastructure is already in place, or can be adapted from nuclear inspection regimes.

Many hurdles would remain. An agreement between America and China will carry weight, but it won't prevent other countries and non-state actors from acquiring dangerous capabilities. Any bilateral deal will have to be made multilateral.

The current trajectory requires a course correction. The case for acting now is not that the worst outcomes are certain; they are not. It is that they are avoidable, and that the work of avoiding them is hard but possible.

MARSHALL, Will. Humanity isn't ready for the coming intelligence explosion. The Economist, 15 jun. 2026. Adapted.

10

De acordo com o primeiro parágrafo do texto, o que torna o alerta sobre os riscos da inteligência artificial especialmente relevante?

- (A) O fato de governos de todo o mundo já terem adotado medidas para limitar o desenvolvimento da IA.
- (B) A comparação entre os investimentos em IA e os gastos militares do século XX.
- (C) O fato de especialistas em segurança nuclear serem os mais preocupados com os riscos da inteligência artificial.
- (D) O fato de o alerta partir dos próprios fundadores dos principais laboratórios de IA, que teriam mais interesse em transmitir confiança, do que causar alarme.
- (E) A estimativa de que o risco de um evento catastrófico causado pela IA seja equivalente ao de um acidente em uma usina nuclear.

11

A tese central defendida pelo autor ao longo do texto é a de que

- (A) o desenvolvimento da inteligência artificial deve ser imediatamente interrompido, pois os riscos de uma catástrofe superam quaisquer benefícios possíveis.
- (B) os riscos da inteligência artificial são reais e urgentes, mas podem ser enfrentados por meio de acordos internacionais de verificação e governança, desde que a humanidade aja antes que seja tarde.
- (C) apenas os Estados Unidos e a China têm condições de resolver o problema da IA, tornando desnecessária a participação de outros países ou organizações multilaterais.
- (D) os laboratórios de inteligência artificial são os únicos responsáveis pela segurança de seus sistemas, e os governos devem se abster de interferir nesse processo.
- (E) a inteligência artificial representa uma ameaça inevitável à humanidade, e os esforços de governança são insuficientes para alterar esse desfecho.

12

No trecho “Recent emergency export controls and national-security restrictions create a patchwork of ad hoc interventions that only further highlight the governance gap”, a palavra “patchwork” é empregada para indicar que as intervenções governamentais são

- (A) inovadoras e tecnicamente sofisticadas, mas ainda insuficientes para conter os riscos da IA.
- (B) coordenadas entre diferentes países, embora sem um protocolo de verificação estabelecido.
- (C) excessivamente regulatórias, impedindo o avanço legítimo da pesquisa em inteligência artificial.
- (D) transparentes e bem documentadas, mas aplicadas de forma desigual entre nações desenvolvidas e em desenvolvimento.
- (E) fragmentadas e desarticuladas, sem formar um sistema coerente de governança.

13

No trecho “Giving birth to a superintelligence would be the most consequential moment in human history — and it is likely to be irreversible, as any “off” switch humanity might design will probably fail”, o uso do “it” retoma

- (A) o surgimento de uma superinteligência, mencionado no início do período.
- (B) o interruptor de desligamento (*off switch*) que a humanidade poderia desenvolver.
- (C) o momento mais importante da história da humanidade mencionado no trecho.
- (D) a capacidade de autoaperfeiçoamento recursivo (RSI) apresentada no parágrafo anterior.
- (E) a provável falha dos mecanismos de desligamento criados para controlar a IA.

14

"The vulnerabilities exposed by these capabilities **are being addressed**, thanks to careful internal protocols in some AI labs and a limited initial rollout that gave affected firms time to close the gaps before broader public release."

Assinale a alternativa que reescreve corretamente o trecho apresentado, mantendo o sentido e o tempo verbal originais.

- (A) Careful internal protocols in some AI labs and a limited initial rollout addressed the vulnerabilities exposed by these capabilities, giving affected firms time to close the gaps.
- (B) Careful internal protocols in some AI labs and a limited initial rollout are addressing the vulnerabilities exposed by these capabilities, giving affected firms time to close the gaps before broader public release.
- (C) The vulnerabilities exposed by these capabilities will be addressed by careful internal protocols in some AI labs and a limited initial rollout that gave affected firms time to close the gaps.
- (D) Some AI labs and a limited initial rollout had addressed the vulnerabilities that were exposed by these capabilities before broader public release.
- (E) The vulnerabilities are addressed by careful internal protocols, given that AI labs exposed them during the initial rollout before broader public release.

15

"Within a couple of years, possibly much sooner, AI **may** achieve so-called closed-loop recursive self-improvement (RSI): the capacity to rewrite its own code to become more capable, without human intervention."

No trecho apresentado, a palavra "may" indica

- (A) permissão concedida por uma autoridade para que a IA desenvolva novas capacidades.
- (B) certeza absoluta de que a IA atingirá a capacidade de autoaperfeiçoamento em breve.
- (C) possibilidade reconhecida pelo autor de que o evento descrito pode ocorrer, mas não é inevitável.
- (D) obrigação imposta aos desenvolvedores de IA de alcançar o RSI dentro do prazo mencionado.
- (E) proibição implícita de que a IA ultrapasse os limites de sua programação original.

16

O segundo turno de uma eleição foi decidido por uma diferença percentual inferior a 1% dos votos válidos, com a candidata A e o candidato B obtendo, respectivamente, 50,4% e 49,6% dos votos válidos. Sabendo que em valores absolutos a diferença entre os candidatos foi de 4.000 votos válidos e que o número de votos nulos foi igual a dois décimos da média aritmética dos votos válidos obtidos pelos candidatos, é correto afirmar que o número total de votos válidos e de votos nulos são, respectivamente,

- (A) 500.000 e 50.000.
- (B) 500.000 e 40.000.
- (C) 500.000 e 25.000.
- (D) 400.000 e 40.000.
- (E) 400.000 e 20.000.

17

Admitindo que uma pista de atletismo tem formato consistindo em dois segmentos de reta paralelos que se interligam por meio de duas semicircunferências, como apresentado na figura a seguir:



O corredor que corre no centro da raia interna percorre aproximadamente 400 metros. Utilizando o fato que cada uma das oito raia tem largura de aproximadamente 1,2 metros, qual a diferença aproximada entre a distância, em metros, percorrida por um corredor que faz todo o trajeto no centro da raia interna e um outro que faz todo o trajeto no centro da raia externa?

- (A) 17
- (B) 26
- (C) 32
- (D) 53
- (E) 60

18

O logaritmo na base dez usualmente é escrito sem a menção à base, isto é, escreve-se $\log(a) = b$ para representar o fato de que $10^b = a$. Sabendo que $\log(x) = 4$, assinale a alternativa que representa um número que mais se aproxima do valor de x .

- (A) 11
- (B) 101
- (C) 1001
- (D) 10001
- (E) 100001

19

Sabendo que uma função do segundo grau, dada por $f(x) = 2x^2 - bx + c$, possui raiz igual a 2 e eixo de simetria dado pela reta $x = \frac{5}{2}$, é correto afirmar que $\frac{c}{b}$ é igual a:

- (A) $\frac{2}{5}$
 (B) $\frac{2}{3}$
 (C) $\frac{6}{5}$
 (D) $\frac{3}{2}$
 (E) 2

20

A razão entre o volume de um cilindro e de um cone com base e altura de mesmas dimensões é 3, isto é, o volume do cilindro é 3 vezes o volume do cone. Em relação à situação apresentada, a razão entre as áreas totais, incluindo laterais e bases, do cilindro e do cone, é

- (A) 1.
 (B) 2.
 (C) 3.
 (D) 4.
 (E) 6.

21

Um ingressante de graduação em engenharia precisa necessariamente cursar as disciplinas de Cálculo I, Álgebra Linear I, Física I e Metodologia no primeiro semestre e que:

- A disciplina de Cálculo I possui 12 turmas distintas;
- Álgebra Linear I é oferecida em 12 turmas distintas;
- Física I possui 10 turmas distintas;
- Metodologia possui 5 turmas distintas.

Admitindo-se que não existe problema de conflito entre disciplinas diferentes, mas que só é possível efetuar a matrícula em uma turma de cada disciplina, quantas são as diferentes combinações de turmas na matrícula dessas quatro disciplinas que um ingressante desse curso pode fazer?

- (A) 39.
 (B) 360.
 (C) 3600.
 (D) 3900.
 (E) 7200.

22



Com base na charge, assinale a alternativa correta.

- (A) Trata-se de uma denúncia contra o presidente dos EUA em razão de suas intervenções em assuntos internos de outros Estados, depondo líderes estrangeiros recentemente eleitos por seus povos, apenas por terem outra ideologia política.
- (B) Trata-se de uma crítica ao modo pelo qual o presidente dos EUA costuma se comunicar, baseando seus pronunciamentos em informações verdadeiras, mas que, por vezes, são descontextualizadas por seus opositores.
- (C) Trata-se de uma denúncia relativa ao modo como o presidente dos EUA persegue a imprensa americana ligada ao Partido Democrata, colocando em risco a liberdade de imprensa dos jornalistas estadunidenses em matéria política.
- (D) Trata-se de um elogio relativo ao modo como o presidente dos EUA protege a liberdade de imprensa e a liberdade de manifestação do pensamento no mundo, inclusive de seus opositores ou de líderes políticos cujas ideias colidem com as suas, o que pode lhe valer o Prêmio Nobel da Paz em 2026.
- (E) Trata-se de uma crítica ao modo pelo qual o presidente dos EUA se comunica, baseando seus pronunciamentos em informações falsas e, por vezes, completamente desapegadas da realidade, mas que, de tão repetidas, acabam se mostrando convincentes para parte da população mundial.

23

“Um casal jovem vivendo o auge de sua paixão, esses eram Venâncio e Dalva. Cheios de sonhos e planos, que vão se materializando com o apoio da família e amigos, o casal que a cidade viu se formar evoluiu para uma linda família. De longe, tudo ia bem, era como um conto de fadas, não tinha o que dar errado, foram feitos um para o outro, era o que todos pensavam.

Entretanto, por baixo de tanto amor, nas camadas mais profundas, nasceram a obsessão e o ciúme. No início, tudo era compreensível, a combinação da imaturidade com a paixão, às vezes, resultava em atitudes exageradas. O amor e a lembrança dos dias bons sempre falavam mais alto.”

Disponível em: conteudoraizes.com

A comparação entre a percepção social da vida do casal e a percepção subjetiva dos envolvidos é ressaltada no trecho apresentado, que foi retirado de uma resenha publicada na internet sobre o livro *Tudo é Rio*, de Carla Madeira.

Considerando o enredo da obra, assinale a alternativa que retrata a campanha pública de conscientização que poderia auxiliar Venâncio e Dalva a superar suas dificuldades enquanto casal.



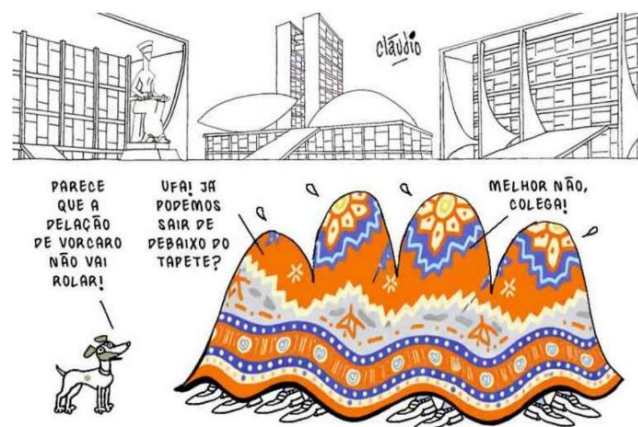
(D)



(E)



24



A charge, publicada recentemente, faz referência à crise política e institucional desencadeada pela liquidação do Banco Master e à prisão de membros da família Vercaro. A esse respeito, considere as seguintes afirmações:

- I. Nem a primeira, nem a segunda propostas de delação premiada elaboradas por Daniel Vercaro foram aceitas pelo sistema de Justiça.
- II. A crise envolve membros dos três poderes do Estado brasileiro.
- III. Os prédios da Esplanada dos Três Poderes estão representados em sua posição real.
- IV. O fato de as pessoas estarem representadas sob um tapete tem duplo sentido e remete tanto à impressão de que há coisas sendo varridas para debaixo do tapete como que ainda há muitas informações ocultas.

Estão corretas as informações contidas em

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

25

Nos termos do art. 15, inc. XIV e § 2º, do Estatuto da USP, o Presidente da Federação da Agricultura do Estado de São Paulo encaminhou à Secretaria Geral da Universidade a indicação de seus representantes, titular e suplente, junto ao Conselho Universitário. No entanto, o Secretário-Geral não aceitou a indicação, respondendo à Federação com a indicação do motivo da recusa. Assinale a alternativa que indica a única causa plausível da recusa.

- (A) O indicado é o atual representante, em término de seu primeiro mandato.
- (B) Ao menos um dos indicados é docente, servidor técnico e administrativo ou aluno da USP.
- (C) O indicado é o atual representante, em término de seu segundo mandato.
- (D) Cabe ao Reitor proceder à escolha do representante das Federações.
- (E) Cabe ao Conselho Universitário escolher o representante a partir de uma lista de três nomes encaminhada à Universidade pelas Federações.

26

Em uma das Faculdades da USP dividida em departamentos, a Vice-Diretora faleceu no curso de seu mandato. Assinale a alternativa que indica a conduta correta a ser adotada na Unidade.

- (A) O Diretor deve indicar 3 nomes e cabe à Congregação da Unidade escolher um deles, dando-se posse ao mais votado, que cumprirá mandato de 4 anos.
- (B) O Diretor deve abrir prazo para inscrições de interessados e cabe à Congregação da Unidade escolher um deles, dando-se posse ao mais votado, que cumprirá mandato de 4 anos.
- (C) O Diretor deve abrir prazo para inscrições de interessados e cabe à Congregação da Unidade escolher um deles, dando-se posse ao mais votado, que cumprirá mandato coincidente com o do Diretor.
- (D) O Diretor deve indicar 3 nomes e cabe ao Colégio Eleitoral da Unidade escolher um deles, dando-se posse ao mais votado, que cumprirá mandato coincidente com o do Diretor.
- (E) O Diretor deve indicar 3 nomes e cabe ao Colégio Eleitoral da Unidade escolher um deles, dando-se posse ao mais votado, que cumprirá mandato de 4 anos.

27

Nos concursos para a carreira docente, a composição das comissões julgadoras obedece a uma série de regras distintas estabelecidas no Regimento Geral e que dependem do grau acadêmico visado. No entanto, é possível extrair, de todas as regras, uma norma geral que poderia ser assim enunciada: Os examinadores devem

- (A) ter conhecimento específico na área do concurso.
- (B) ter mais tempo de experiência acadêmica que os candidatos.
- (C) ter título acadêmico igual ou superior ao dos candidatos.
- (D) apresentar formação acadêmica ao menos parcialmente obtida na USP.
- (E) ser todos externos à USP.

28

Durante a edição de uma apresentação no Microsoft PowerPoint do Office 365, um *slide* contém uma imagem, uma caixa de texto e uma forma geométrica posicionados lado a lado. Deseja-se mover esses três elementos simultaneamente para outra região do *slide*, mantendo inalteradas suas posições relativas e permitindo que sejam tratados como um único objeto.

Assinale a alternativa que apresenta o recurso mais adequado para realizar essa tarefa.

- (A) Alinhar objetos.
- (B) Duplicar *slide*.
- (C) Agrupar objetos.
- (D) Reutilizar *slides*.
- (E) Aplicar *layout*.

29

Considere a planilha elaborada no Microsoft Excel do Office 365, apresentada a seguir:

	A	B
1	Situação	Nota
2	Aprovado	8,5
3	Reprovado	5,0
4	Aprovado	7,5
5	Aprovado	9,0
6	Reprovado	4,5
7	Aprovado	8,0
8	Média Aprovados	8,3

O valor exibido na célula B8 corresponde à média das notas apenas dos registros cuja situação é "Aprovado".

Assinale a alternativa que apresenta a função do Microsoft Excel utilizada para obter esse resultado.

- (A) =MÉDIA(B2:B7)
- (B) =SOMA(B2:B7)/CONTAR(B2:B7)
- (C) =MÉDIASE(B2:B7;"Aprovado";A2:A7)
- (D) =MÉDIASE(A2:A7;"Aprovado";B2:B7)
- (E) =CONT.SE(A2:A7;"Aprovado")

30

Um relatório técnico elaborado no Microsoft Word do Office 365 possui dezenas de páginas e será encaminhado para impressão e arquivamento. Para facilitar a consulta do documento, é necessário inserir uma numeração automática no rodapé, permitindo que a sequência seja atualizada automaticamente caso novas páginas sejam adicionadas ou removidas.

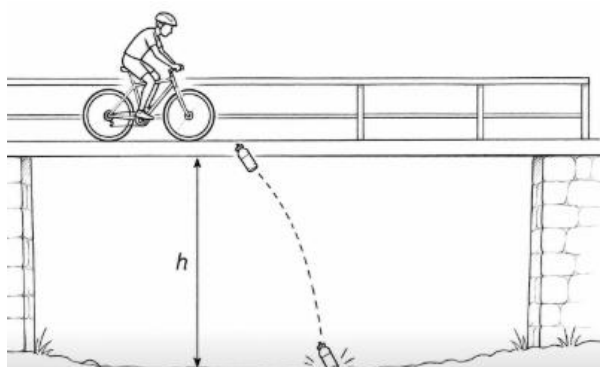
Assinale a alternativa que apresenta o caminho correto, na Faixa de Opções do Microsoft Word, para acessar o recurso responsável por inserir a numeração das páginas.

- (A) Página Inicial → Parágrafo → Numeração.
- (B) Layout → Configurar Página → Número de Página.
- (C) Referências → Sumário → Número de Página.
- (D) Exibir → Painel de Navegação → Número de Página.
- (E) Inserir → Número de Página.



Texto para as questões 31 e 32

Enquanto atravessava uma ponte, um ciclista deixou cair acidentalmente a sua garrafa de água de uma certa altura h sobre o solo.



Assuma que, durante a sua queda, a garrafa está em queda livre.

31

É correto afirmar que, durante a queda,

- (A) a energia cinética da garrafa permanece constante.
- (B) a energia potencial gravitacional da garrafa aumenta.
- (C) o trabalho realizado pela força gravitacional sobre a garrafa é nulo.
- (D) a distância percorrida pela garrafa aumenta linearmente com o tempo.
- (E) a energia mecânica total da garrafa permanece constante.

32

No instante em que a garrafa iniciou a queda, o ciclista se movia horizontalmente com velocidade constante de módulo v_0 . O módulo da velocidade da garrafa no instante imediatamente antes do impacto com o solo é de:

- (A) v_0
- (B) $\sqrt{2gh}$
- (C) $v_0 + \sqrt{2gh}$
- (D) $\sqrt{2v_0gh}$
- (E) $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$



33

Um pêndulo simples é constituído por uma esfera de massa m , suspensa por um fio ideal de comprimento L que oscila livremente sem dissipação de energia.

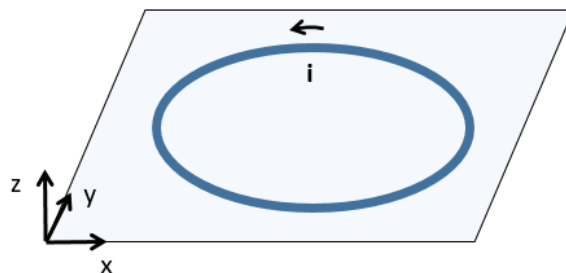
Se o comprimento do fio for aumentado em 4 vezes em relação ao seu tamanho original, o período de oscilação desse novo pêndulo

- (A) será reduzido a um quarto do valor inicial.
- (B) será reduzido à metade.
- (C) permanecerá inalterado.
- (D) será duplicado.
- (E) será quadruplicado.



Texto para as questões 34 e 35

Um anel condutor de raio R e massa m foi colocado sobre uma superfície não condutora. O anel é percorrido por uma corrente elétrica i , conforme ilustrado na figura:



34

O vetor momento magnético desse anel é

- (A) perpendicular ao plano XY e aponta para $+\hat{k}$.
- (B) paralelo ao eixo X e aponta para $-\hat{i}$.
- (C) paralelo ao eixo Y e aponta para $+\hat{j}$.
- (D) perpendicular ao plano XY e aponta para $-\hat{k}$.
- (E) nulo.

35

Se o raio desse anel condutor for de 2,0 m e a corrente elétrica que o percorre for de 5,0 A, o módulo do vetor momento magnético associado a esse anel será de aproximadamente:

- (A) 2,5 Am²
- (B) 10 Am²
- (C) 30 Am²
- (D) 60 Am²
- (E) 100 Am²

Note e adote:

$$\pi = 3$$

36

Quando um fio condutor é percorrido por uma corrente elétrica i , há a produção de um (X) circular ao redor do fio.



Para que a afirmação esteja correta, (X) deve ser substituído por

- (A) campo elétrico.
- (B) campo magnético.
- (C) potencial elétrico.
- (D) capacitor.
- (E) momento magnético.

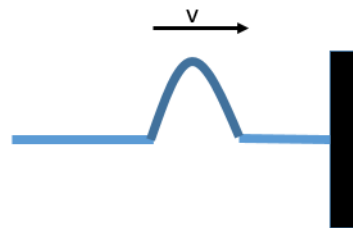
37

Quando um pulso ondulatório se propaga em uma corda, sua velocidade de propagação depende apenas

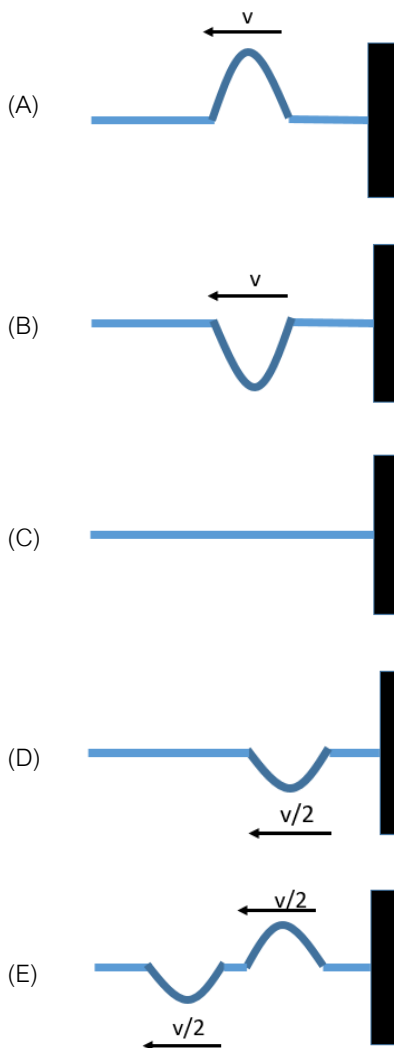
- (A) da tensão na corda e da densidade linear da corda.
- (B) do comprimento da corda e da densidade linear da corda.
- (C) da amplitude da onda e da densidade linear da corda.
- (D) da tensão na corda e do comprimento da corda.
- (E) da tensão na corda e da amplitude da onda.

38

Um pulso ondulatório em uma corda se propaga rapidamente para a direita, com velocidade v , de acordo com a figura a seguir.

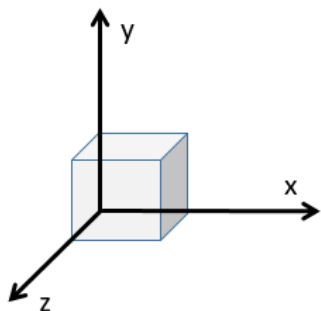


Ao atingir o final da corda, o pulso encontra uma extremidade fixa. Desprezando as dissipações de energia, a melhor representação desse fenômeno é:



39

Um cubo metálico homogêneo de 10 kg e aresta de 0,20 m está posicionado na origem de um sistema de coordenadas, conforme mostra a figura:



O torque devido ao peso do bloco, em relação ao vértice na origem, em N·m é de:

- (A) $\vec{\tau} = 10\hat{j} - 10\hat{k}$
 (B) $\vec{\tau} = -10\hat{i} + 10\hat{k}$
 (C) $\vec{\tau} = -10\hat{i} - 10\hat{k}$
 (D) $\vec{\tau} = 10\hat{j} + 10\hat{k}$
 (E) $\vec{\tau} = 10\hat{i} - 10\hat{k}$

Note e adote:

Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

40

Um prato de toca-discos gira com velocidade angular ω constante. A equação que rege a posição angular do prato, em rad, é dada por:

$$\theta(t) = 2,0 + 5,0t$$

O prato de toca-discos completará duas voltas completas após quantos tempo?

- (A) 0,5 s
 (B) 1,0 s
 (C) 2,0 s
 (D) 5,0 s
 (E) 10 s

Note e adote:

$\pi = 3$

41

Segundo a Lei do Deslocamento de Wien, quando a temperatura de um corpo negro aumenta, o comprimento de onda correspondente à intensidade máxima de sua radiação

- (A) tende ao infinito.
 (B) também aumenta.
 (C) permanece constante.
 (D) torna-se instantaneamente nulo.
 (E) diminui.

42

Em astrofísica, as estrelas podem ser aproximadas como corpos negros esféricos que irradiam energia térmica para o espaço. Se uma determinada estrela possui raio de $1,0 \times 10^8 \text{ m}$ e temperatura superficial de 1000 K, a potência total irradiada por essa estrela é, aproximadamente, de:

- (A) $7 \times 10^{17} \text{ W}$
 (B) $7 \times 10^{19} \text{ W}$
 (C) $7 \times 10^{21} \text{ W}$
 (D) $7 \times 10^{23} \text{ W}$
 (E) $7 \times 10^{25} \text{ W}$

Note e adote:

$\pi = 3$

Constante de Boltzmann: $\sigma = 6 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

43

Diversas propriedades coletivas dos sólidos podem ser descritas por quase-partículas associadas às oscilações dos elétrons livres em materiais condutores. Nesse contexto, os plásmons correspondem a

- (A) oscilações coletivas da densidade de elétrons livres em um material.
 (B) pares de elétrons ligados responsáveis pela supercondutividade
 (C) quanta associados exclusivamente ao campo magnético em materiais ferromagnéticos.
 (D) vibrações térmicas quantizadas da rede cristalina de sólidos.
 (E) partículas responsáveis pela condução iônica em materiais dielétricos.

44

Em semicondutores e materiais isolantes, a absorção de energia pode promover elétrons da banda de valência para a banda de condução, formando estados ligados entre o elétron excitado e a lacuna deixada no material. As quase-partículas associadas a esse fenômeno são denominadas:

- (A) Fônons.
 (B) Plásmons.
 (C) Éxcitons.
 (D) Magnons.
 (E) Mésons.

45

Em muitos materiais, a resistividade elétrica diminui com a redução da temperatura devido à menor agitação térmica da rede cristalina. Já nos supercondutores, abaixo de uma temperatura crítica, ocorre um fenômeno distinto, que não pode ser explicado apenas por esse efeito.

A alternativa que descreve esse comportamento associado à supercondutividade é:

- (A) A resistividade torna-se exatamente nula de forma abrupta na temperatura crítica.
- (B) Os elétrons deixam de interagir com a rede cristalina abaixo da temperatura crítica.
- (C) O material passa a ter condutividade infinita devido ao aumento da densidade eletrônica.
- (D) A supercondutividade ocorre exclusivamente da ausência de vibrações térmicas no retículo cristalino.
- (E) A corrente elétrica torna-se independente da presença de campo elétrico no material.

**46**

Em determinados materiais magnéticos, os momentos magnéticos de átomos vizinhos alinham-se em sentidos opostos, reduzindo o dipolo momento magnético resultante do material. Esse fenômeno é denominado:

- (A) Diamagnetismo.
- (B) Paramagnetismo.
- (C) Ferromagnetismo.
- (D) Antiferromagnetismo.
- (E) Ferrimagnetismo.

**47**

Alguns fenômenos ópticos foram fundamentais para o desenvolvimento da Física Moderna, pois revelaram limitações da descrição exclusivamente ondulatória da luz. Uma evidência experimental da natureza corpuscular da luz ocorre no fenômeno:

- (A) Polarização por filtros ópticos.
- (B) Difração em fendas estreitas.
- (C) Absorção seletiva em materiais.
- (D) Interferência em fenda dupla.
- (E) Efeito Compton em elétrons livres.

48

Um material dielétrico pode ser adicionado de forma a preencher totalmente a região entre as placas paralelas de um capacitor. Quais os efeitos da utilização do dielétrico nesse elemento eletrônico?

- (A) O dielétrico aumenta a capacitância do capacitor, reduz o campo elétrico interno e aumenta a capacidade de armazenamento de energia.
- (B) O dielétrico aumenta a capacitância do capacitor, elimina completamente o campo elétrico entre as placas e impede o armazenamento de cargas.
- (C) O dielétrico reduz a capacitância e aumenta a diferença de potencial máxima do capacitor.
- (D) O dielétrico diminui a capacitância do capacitor, torna o capacitor eletricamente neutro e aumenta a capacidade de armazenamento de energia.
- (E) O dielétrico diminui a capacitância do capacitor e impede a polarização elétrica do material entre as placas.

**49**

Uma carga puntiforme positiva $+Q$ é colocada exatamente no centro de uma superfície gaussiana esférica. Em seguida, o raio da esfera é duplicado, mantendo-se a carga no centro. Sobre o fluxo elétrico total através da nova superfície esférica, é correto afirmar:

- (A) O fluxo dobra, pois a área da esfera aumenta.
- (B) O fluxo quadruplica, pois a área cresce com o quadrado do raio.
- (C) O fluxo permanece o mesmo, pois depende apenas da carga interna.
- (D) O fluxo diminui pela metade, pois o campo elétrico fica menor.
- (E) O fluxo torna-se nulo, pois a densidade de linhas de campo diminui.

**50**

Dois condutores planos e paralelos formam um capacitor de placas paralelas no vácuo. Após ser ligado a uma bateria, verifica-se que uma das placas possui carga elétrica $(+Q)$. Desprezando efeitos de borda, assinale a alternativa que representa corretamente a carga elétrica líquida total do capacitor.

- (A) $+Q$
- (B) $+2Q$
- (C) $-Q$
- (D) $-2Q$
- (E) Zero

51

As ondas podem ser classificadas em transversais ou longitudinais de acordo com a direção de perturbação em relação à propagação. Alguns fenômenos ondulatórios podem ocorrer apenas em ondas transversais, devido à natureza de oscilação associada a esse tipo de propagação. Uma característica exclusiva de ondas transversais é a

- (A) refração.
- (B) polarização.
- (C) dispersão.
- (D) reflexão.
- (E) difração.

52

Na Física Moderna, determinadas grandezas físicas não podem assumir valores contínuos arbitrários, mas apenas valores discretos, caracterizando o fenômeno de quantização. As grandezas que apresentam esse comportamento são:

- (A) Temperatura e energia.
- (B) Massa e posição.
- (C) Velocidade e fluxo magnético.
- (D) Carga elétrica e momento angular.
- (E) Pressão e o spin.

53

Se um elétron está confinado no interior de uma região de dimensão $\Delta x = 10^{-10}$ m, a incerteza mínima na componente x do seu momento linear pode ser estimada pelo Princípio da Incerteza de Heisenberg. Nessas condições, a ordem de grandeza da incerteza *mínima* do momento linear do elétron, em kgm/s, é de:

- (A) 10^{-18}
- (B) 10^{-20}
- (C) 10^{-22}
- (D) 10^{-24}
- (E) 10^{-26}

54

Elétrons são acelerados em um tubo de raios X por uma diferença de potencial de 11 kV. Admitindo que toda a energia cinética do elétron seja convertida em um único fóton ao colidir com o alvo, o comprimento de onda mínimo dos raios X produzidos nesse tubo é, aproximadamente, de:

- (A) 0,01 nm
- (B) 0,1 nm
- (C) 1,0 nm
- (D) 10 nm
- (E) 100 nm

Note e adote:

Velocidade da luz no vácuo: $c = 3 \times 10^8$ m/s
 Constante de Planck: $h = 6 \times 10^{-34}$ Js
 Carga do elétron: $e^- = 1,6 \times 10^{-19}$ C

55

Em um experimento sobre o efeito fotoelétrico, uma chapa metálica foi iluminada por uma luz monocromática. Verificou-se que a corrente elétrica entre as placas era anulada quando se aplicava uma diferença de potencial invertida de 1,0 V. Nessas condições, a velocidade máxima dos fotoelétrons emitidos, em m/s, era de aproximadamente:

- (A) 6×10^3
- (B) 6×10^4
- (C) 6×10^5
- (D) 6×10^6
- (E) 6×10^7

Note e adote:

Massa do elétron: $m = 9 \times 10^{-31}$ kg
 Carga do elétron: $e^- = 1,6 \times 10^{-19}$ C

56

Os metais podem apresentar diferentes arranjos espaciais de seus átomos, formando as estruturas cristalinas características. Entre as estruturas cristalinas metálicas mais comuns está a estrutura cúbica de corpo centrado (bcc, do inglês *body centered cubic*). Nessa estrutura, os átomos localizam-se

- (A) nos vértices do cubo e nos centros de todas as suas faces.
- (B) nos vértices do cubo e no centro do próprio cubo.
- (C) apenas nos vértices do cubo.
- (D) nos vértices de um prisma hexagonal compacto.
- (E) nos vértices de um prisma hexagonal hexágono e cada hexágono apresenta seis triângulos equiláteros.

57

Na Mecânica Estatística Quântica, partículas indistinguíveis podem obedecer a diferentes distribuições estatísticas, dependendo de suas propriedades quânticas. A distribuição associada ao princípio da exclusão de Pauli e do conceito de estados quânticos é denominada:

- (A) Distribuição de Maxwell Boltzmann.
- (B) Distribuição de Fermi-Dirac.
- (C) Distribuição de Planck-Einstein.
- (D) Distribuição de Bose-Einstein.
- (E) Distribuição de Gibbs Canônica.

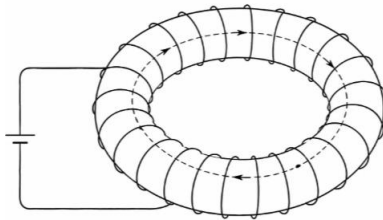
58

Duas placas metálicas de mesma espessura L , mesma área transversal, mas de distintas condutividades ($k_1 = 200 \text{ W/mK}$ e $k_2 = 50 \text{ W/mK}$) são colocadas em série térmica. A face externa da placa k_1 é mantida a 120°C , e a face externa da placa k_2 é mantida a 20°C . Em regime estacionário, a temperatura na interface entre as faces é de:

- (A) 40°C
- (B) 60°C
- (C) 80°C
- (D) 100°C
- (E) 120°C .

**59**

Um toroide contendo um núcleo ferromagnético possui comprimento médio de linha de campo de $0,40 \text{ m}$ e 400 espiras.



Quando percorrido por uma corrente de $2,0 \text{ A}$, o campo magnetizante produzido no núcleo possui intensidade, em A/m , de:

- (A) 320
- (B) 1600
- (C) 2000
- (D) 3200
- (E) 4000

**60**

Um anel metálico possui diâmetro interno de $5,0 \text{ cm}$ e coeficiente de dilatação linear igual a $1,8 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Deseja-se que uma esfera rígida de diâmetro $5,006 \text{ cm}$ atravesse o anel. Desprezando a dilatação da esfera, a menor variação de temperatura necessária para que isso ocorra é aproximadamente de:

- (A) 54°C
- (B) 67°C
- (C) 72°C
- (D) 80°C
- (E) 91°C

Questão dissertativa

Com o objetivo de caracterizar um cristal semicondutor dopado em baixas temperaturas, um pesquisador realizou medidas de resistividade elétrica e calor específico em função da temperatura. Ele notou que, ao reduzir a temperatura, a resistividade do material diminuía até atingir uma temperatura crítica, abaixo da qual ocorria uma transição abrupta para um estado de resistência elétrica praticamente nula. O pesquisador verificou também uma descontinuidade do calor específico nessa mesma temperatura crítica.

- a) Com base na Física da Matéria Condensada e em conceitos de Mecânica Quântica, descreva o fenômeno ocorrido e explique os mecanismos físicos responsáveis pela transição observada e pela variação do calor específico nessa mesma temperatura.
- b) Descreva os principais cuidados experimentais a serem tomados em medidas criogênicas e como tais fatores afetam as medidas.

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 desrespeitarem os direitos humanos e textos que permitirem, por qualquer modo, a identificação do(a) candidato(a).
-

RASCUNHO

NÃO SERÁ

CONSIDERADO

NA CORREÇÃO

Concurso DRH USP Setembro 2026

Físico (especialidade: Física Experimental com ênfase em Física da Matéria Condensada e Técnicas de Caracterização de Materiais)

Edital RH Nº 019/2026

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

RH n° 019/2026

Físico (Física Experimental com ênfase em
Física da Matéria Condensada e Técnicas
de Caracterização de Materiais)

QUESTÃO DISSERTATIVA

RESPOSTA ESPERADA

a) A transição observada é característica do fenômeno da supercondutividade. Em temperaturas acima da temperatura crítica, o material encontra-se no estado metálico normal, no qual os elétrons de condução sofrem espalhamento por fônons, impurezas e defeitos cristalinos, produzindo resistência elétrica finita. À medida que a temperatura do cristal semicondutor dopado é reduzida, diminuem as vibrações térmicas da rede cristalina (fônons), reduzindo também os mecanismos de espalhamento eletrônico responsáveis pela resistência elétrica. Em temperaturas suficientemente baixas, o sistema atinge uma temperatura crítica (T_c), abaixo da qual ocorre uma reorganização coletiva dos elétrons de condução.

Segundo a teoria BCS (*Bardeen-Cooper-Schrieffer*), elétrons próximos ao nível de Fermi passam a interagir efetivamente de forma atrativa por meio da rede cristalina, formando pares ligados denominados pares de Cooper. Esses pares comportam-se como bósons compostos e podem ocupar coletivamente um mesmo estado quântico macroscópico. Surge, então, um estado coerente coletivo descrito por uma única função de onda macroscópica. Nesse estado supercondutor, os pares de Cooper movem-se sem dissipação de energia, levando ao desaparecimento praticamente completo da resistência elétrica. Microscopicamente, a resistência nula ocorre porque aparece um gap de energia no espectro eletrônico. Para dissipar energia seria necessário quebrar pares de Cooper, exigindo uma energia mínima igual ao gap supercondutor. Em temperaturas abaixo de T_c , a energia térmica disponível torna-se insuficiente para promover essa quebra de forma significativa. Além disso, a existência da transição supercondutora pode ser acompanhada pela expulsão do campo magnético do interior do material (efeito Meissner), evidenciando o caráter coletivo e coerente do estado quântico condensado.

b) Nas medidas experimentais em baixas temperaturas, diversos cuidados devem ser tomados para garantir resultados confiáveis. O primeiro deles é o isolamento térmico do sistema. Em experimentos criogênicos, pequenas trocas de calor com o ambiente podem alterar significativamente a temperatura da amostra. Por isso, utilizam-se câmaras de vácuo, blindagens térmicas e múltiplos estágios de refrigeração. É fundamental garantir boa estabilidade térmica. O sistema deve permanecer tempo suficiente em equilíbrio antes das medições, evitando gradientes de temperatura ao longo da amostra.

Também deve-se evitar o aquecimento Joule provocado pela corrente elétrica utilizada nas medições. Correntes excessivas podem elevar localmente a temperatura da amostra, mascarando a transição supercondutora ou deslocando artificialmente a temperatura crítica observada. Por isso, utilizam-se correntes muito pequenas e instrumentos de alta sensibilidade. As resistências de contato entre os eletrodos e a amostra também podem introduzir erros experimentais relevantes. Para minimizar esse efeito, emprega-se frequentemente a técnica de quatro pontas, que reduz a influência da resistência dos fios e contatos elétricos sobre a medida da resistividade.

Além disso, ruídos eletromagnéticos externos podem afetar medidas de baixíssima resistência elétrica. Dessa forma, são necessários blindagem eletromagnética, aterramento adequado e filtragem eletrônica dos sinais. Campos magnéticos externos também devem ser cuidadosamente controlados, especialmente em experimentos envolvendo supercondutividade, pois campos suficientemente intensos podem destruir o estado supercondutor e alterar os resultados experimentais.

Finalmente, impurezas cristalinas, defeitos estruturais e variações na dopagem do material podem modificar propriedades como a temperatura crítica, a resistividade e o calor específico, tornando essencial o controle da qualidade e da homogeneidade da amostra.

Critérios para atribuir pontuação

a) Vale 5,0 pontos, cuja atribuição deve respeitar a apresentação dos seguintes argumentos:

- 1,0 ponto se identificar a supercondutividade
- 1,0 ponto se descrever o fenômeno corretamente
- 1,0 ponto se explicar a formação de pares de Cooper e o papel dos fônons
- 1,0 ponto se descrever a relação entre gap de energia e resistividade nula
- 1,0 ponto se fez mencionar o Efeito Meissner

b) Vale 5,0 pontos, cuja atribuição deve respeitar a apresentação dos seguintes argumentos:

- 1,0 ponto se descrever o isolamento térmico e o controle do sistema
- 1,0 ponto se discutir a influência de campos magnéticos externos
- 1,0 ponto se abordar o aquecimento Joule nas resistências e eletrodos
- 1,0 ponto se descrever impurezas cristalinas, defeitos estruturais, etc.
- 1,0 ponto se apresentar fontes de erro (ruído elétrico, resistências, vibrações, impurezas)

