



MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



CADERNO DE QUESTÕES

2º DIA: FÍSICA E REDAÇÃO

VESTIBULAR 2023
2ª FASE

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

VESTIBULAR 2023



2ª FASE PROVAS DE FÍSICA E REDAÇÃO

INSTRUÇÕES

1. O tempo total para resolução das duas provas é de **quatro horas**.
2. Não é permitido deixar o local de exame antes de decorridas **duas horas** do início da prova.
3. Você poderá usar **apenas** caneta esferográfica de corpo transparente com tinta preta, lápis ou lapiseira, borracha, régua transparente simples e compasso. **É proibido portar qualquer outro material escolar.**
4. Você recebeu este **caderno de questões**, um **caderno de soluções de Física** e uma **Folha de Redação**.
5. Não é permitido destacar qualquer das folhas que compõem os cadernos de questões ou de soluções.
6. O caderno de questões é composto por **10 questões dissertativas** (numeradas de 01 a 10) de **Física** e uma **Redação**.
7. **Responda às questões da prova de Física no caderno de soluções, respectivamente no espaço destinado a cada questão.**
8. Nas questões que envolvem cálculo matemático, as expressões numéricas devem ser resolvidas até o final, sob pena de prejuízo da nota.
9. Serão consideradas para correção apenas as resoluções presentes nos espaços destinados para cada questão. Não será considerado para correção o conteúdo das páginas de rascunho.
10. Preencha a **Folha de Redação** com seu nome, número, cidade e sala.
11. A redação deve conter de **25 a 35 linhas**.
12. Escreva sua redação com letra legível, não importa se cursiva ou de forma. A redação pode ser escrita a lápis, desde que esteja bem legível. Se preferir, use caneta. Se interferirem na legibilidade e na compreensão da escrita, borrões e rasuras de qualquer tipo serão considerados na correção.
13. Não haverá tempo suplementar para a transcrição do rascunho para a Folha de Redação.
14. É obrigatória a **devolução dos cadernos de questões e de soluções, bem como da Folha de Redação**, sob pena de **desclassificação do candidato**.
15. No dia 29/11/2022 serão divulgadas as médias obtidas nas provas da segunda fase.
16. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.**

Quando necessário, use os seguintes valores para as constantes:

Aceleração local da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$; velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$;

Velocidade do som $v_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$; carga elementar $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$;

Constante de Planck h vezes a velocidade da luz c , $hc = 1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}$;

Massa do elétron $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

Aproximações numéricas: $(1 + \alpha)^n \approx 1 + n\alpha$, para $|\alpha| \ll 1$; $\sqrt{3} \approx 1,7$.

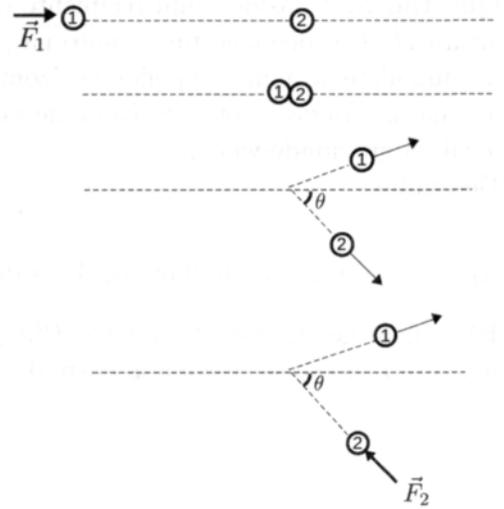
Questão 1. Um bloco cúbico de aresta $l = 4,5 \text{ cm}$ desliza, sob o efeito da gravidade, sobre um plano inclinado de ângulo $\alpha = 60^\circ$ relativamente à horizontal. O deslizamento acontece com as normais de duas de suas faces sempre paralelas à direção do movimento. Para estudar o movimento, um observador usa uma máquina fotográfica que captura em uma mesma imagem a posição do bloco em instantes diferentes. Para isso, a câmera é programada para abrir e fechar o diafragma periodicamente, a cada intervalo de tempo $\Delta t = 0,2 \text{ s}$. O tempo de exposição δt , isto é, o tempo em que o diafragma permanece aberto, é tal que $\delta t \ll \Delta t$. O disparo da câmera é sincronizado com o movimento, de modo que a primeira exposição acontece no instante em que o bloco é solto. A foto registra quatro pontos, que correspondem à posição do objeto em diferentes instantes. O experimentador extrai da foto a distância entre pontos adjacentes, $\Delta x_n = x_n - x_{n-1}$, com $n = 1, 2$ e 3 .

Considere que a foto capta o perfil lateral do plano inclinado sem distorções ópticas ou efeitos de paralaxe. Em seguida, faça o que se pede:

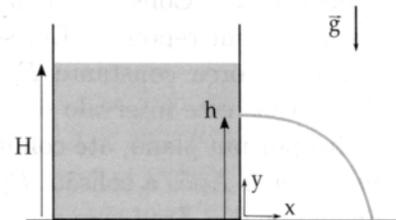
- se $\Delta x_3 = 0,75 \text{ m}$, determine os valores de Δx_2 , Δx_1 e o deslocamento total do bloco;
- estime o valor do coeficiente de atrito cinético entre a superfície do bloco e do plano inclinado;
- considere agora que δt ainda é pequeno, mas seu efeito já não é mais desprezível. Determine o valor de δt para que, na quarta captura, a imagem seja um retângulo de dimensões l por $2l$.

Questão 2. Considere uma partícula P_1 , de massa m_1 , inicialmente em repouso. Em seguida, essa partícula é acelerada por uma força constante \vec{F}_1 , durante um intervalo de tempo Δt_1 . Após este intervalo de tempo, P_1 move-se livremente sem atrito por um plano, até colidir com uma partícula P_2 , de massa $m_2 = 2m_1$. Após a colisão, P_2 sai em uma trajetória que faz um ângulo de $\theta = \frac{\pi}{6}$ rad com relação à trajetória inicial (pré-colisão) de P_1 . Após um breve deslocamento, uma força constante \vec{F}_2 , com direção contrária à da velocidade da partícula P_2 , atua durante um intervalo de tempo $\Delta t_2 = \sqrt{3}\Delta t_1$ até a parada total de P_2 .

Sabendo que a colisão entre P_1 e P_2 é inelástica e resulta em uma perda de 25% da energia mecânica do sistema, determine a magnitude da força F_1 em termos da magnitude de F_2 .



Questão 3. Considere um recipiente que contém uma coluna de água de altura H . Um pequeno furo é feito na parede a uma altura h , de tal forma que um filete de água é expelido horizontalmente, como na figura. Considere a água um fluido incompressível e de viscosidade desprezível. A aceleração local da gravidade vale g . Determine:



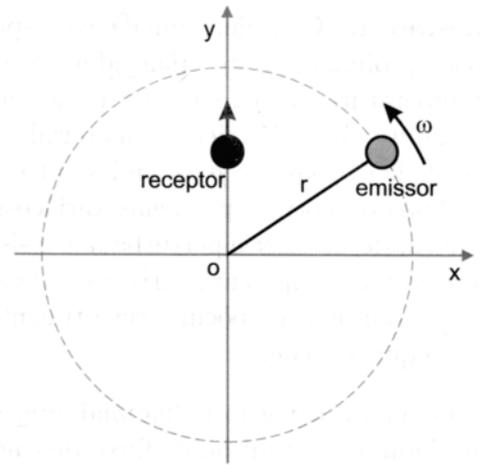
- a trajetória $y(x)$ do filete de água descrito;
- o lugar geométrico dos pontos $P(x, y)$ que podem ser atingidos por um filete de água, considerando que a altura h possa ser escolhida entre 0 e H .

Questão 4. Considere uma nave espacial esférica, de raio R , com paredes de espessura $h \ll R$. No espaço profundo, existe uma radiação cósmica de fundo de temperatura T_0 (aproximadamente 2,7 K). Seja a temperatura da parede interna da nave T_i , e a temperatura da parede externa T_e , com $T_i > T_e > T_0$. A condutividade térmica do material que compõe a parede da nave é κ ; o seu calor específico é c e sua densidade de massa é ρ . A emissividade da nave é unitária e a constante de Stefan-Boltzmann é dada por σ . Quando ocorrem pequenas variações de temperatura na parede interna da nave, a condição de fluxo estacionário de calor é perturbada e o sistema tende a uma nova situação de fluxo estacionário de energia. A constante de tempo característica τ desse processo pode ser estimada apenas em termos das características do material que compõem o revestimento da nave – κ , c e ρ – bem como sua espessura h .

Faça o que se pede:

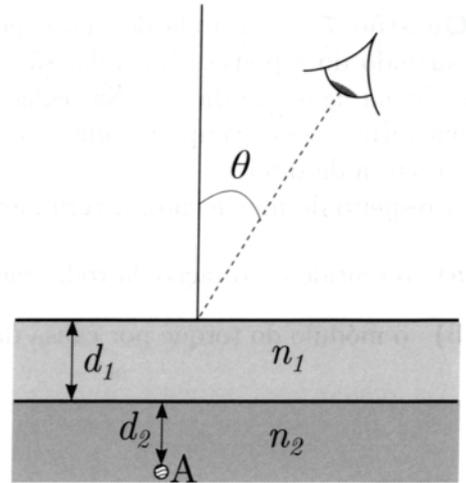
- a) obtenha a equação polinomial cuja raiz forneça T_e com os coeficientes em termos de κ , σ , h , T_i e T_0 , considerando a condição de fluxo de calor estacionário;
- b) estime, por análise dimensional, uma expressão para τ .

Questão 5. Um emissor de onda sonora esférica de frequência f_s executa um movimento circular uniforme com velocidade angular ω e raio r em torno da origem O do plano xy , de acordo com a figura. Ao mesmo tempo, um receptor sonoro executa um movimento no eixo y de forma que sua posição sempre coincida com a coordenada y do emissor. A velocidade do som é designada como v_{som} . Sabe-se que o gráfico da frequência da onda sonora detectada no receptor, f_{ob} , em função da coordenada x do emissor, aproxima-se de uma cônica para o caso em que $\omega r \ll v_{som}$. Determine:



- a) a velocidade máxima alcançada pelo receptor;
- b) a cônica e sua equação.

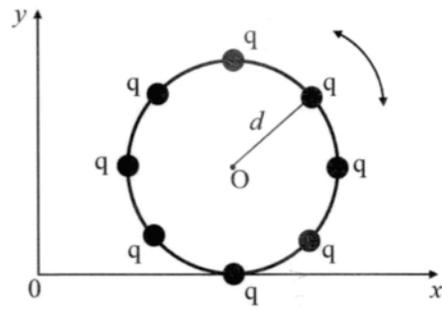
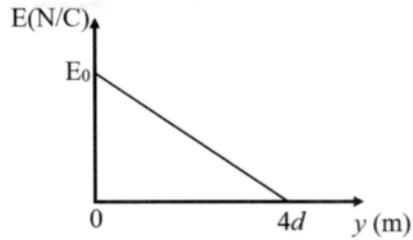
Questão 6. Considere um metamaterial, de índice de refração $n_1 < 0$ e espessura d_1 , depositado sobre um meio de índice de refração $n_2 > 0$. Nesse meio, um objeto A dista d_2 da interface com o metamaterial, como na figura. Considere pequeno o ângulo θ que se forma entre o raio óptico que vai do objeto ao observador e a normal da interface entre o metamaterial e o ar. Nesse caso, vale a aproximação $\text{tg}\theta \approx \text{sen}\theta$. Determine n_1 em função de n_2 , d_1 e d_2 para que a imagem final do objeto se forme na interface entre o ar e o metamaterial.



Questão 7. Uma roda de raio d pode girar livremente com relação ao seu centro O , a partir de $t = 0$, partindo do repouso. Na roda, são fixadas oito cargas elétricas de magnitude q ($q > 0$), equiespaçadas, como na figura da direita. Na região, há um campo elétrico não uniforme no sentido positivo do eixo x . A magnitude desse campo é dada pelo gráfico à esquerda, sendo $y = 0$ a extremidade inferior da roda, como na figura da direita.

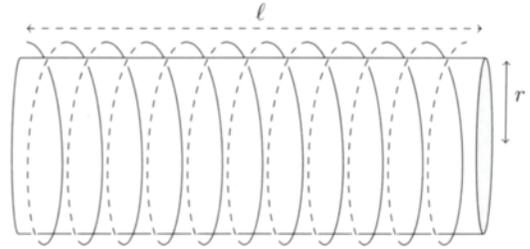
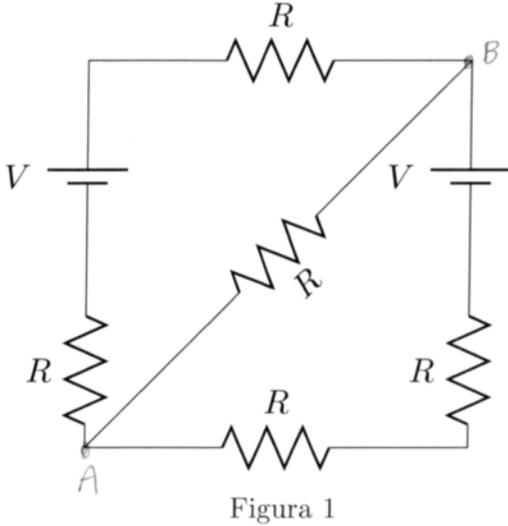
A respeito do movimento, determine:

- o sentido de rotação da roda imediatamente após o início do movimento, justificando sua resposta;
- o módulo do torque por causa da força elétrica, em $t = 0$, relativamente ao centro da roda.

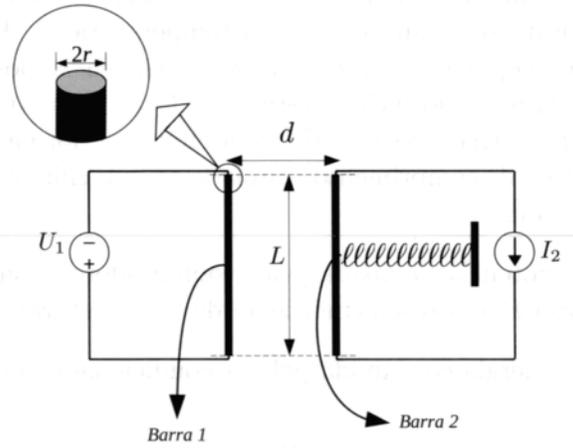


Questão 8. Um laboratório de paredes adiabáticas possui N computadores de alta performance que precisam ser mantidos a uma temperatura T . Para isso, é instalado um ar-condicionado que atua como uma máquina térmica de máxima eficiência possível, operando entre a temperatura do laboratório e a temperatura do meio externo T_e . Cada computador possui n_c circuitos. A Figura 1 é o esquema de um circuito. Cada resistor de cada circuito é formado por um fio de cobre de diâmetro ϵ , com n_v voltas por unidade de comprimento, enrolado em um cilindro de cerâmica de raio r e comprimento l , como na Figura 2. Determine:

- a potência dissipada pelos computadores, considerando ρ_0 a resistividade do cobre a uma temperatura padrão T_0 e α o seu coeficiente de temperatura;
- a energia consumida pelo ar-condicionado em 1 dia.



Questão 9. Considere duas barras metálicas longas, 1 e 2, dispostas paralelamente uma à outra, em um plano horizontal sem atrito. Seja L o comprimento das barras; $2r$, o diâmetro da seção transversal circular; ρ , a densidade volumétrica de massa; e σ , a condutividade elétrica. A barra 1 está conectada a uma fonte de tensão contínua U_1 . A barra 2 é presa em seu centro de massa por uma mola de constante elástica k . Inicialmente, a barra 2 está conectada a uma fonte de corrente I_2 e encontra-se em equilíbrio estático a uma distância d da barra 1. No instante t_1 , a fonte de corrente é desconectada da barra 2, a qual passa a mover-se livremente no plano. Calcule a velocidade máxima adquirida pela barra 2.



Questão 10. Feixes de luz de comprimentos de onda 590 nm, 450 nm e 380 nm incidem sobre uma superfície metálica. Com um aparato experimental, são medidas as velocidades dos fotoelétrons ejetados. Sabendo que a maior velocidade detectada foi de 640 km/s, faça o que se pede:

- a) determine a função trabalho do material;
- b) determine a frequência de corte;
- c) justifique se é possível que um elétron livre absorva um fóton, tal como ocorre no efeito fotoelétrico em um material. Um elétron livre é um elétron sem interações com outros corpos, além do referido fóton.

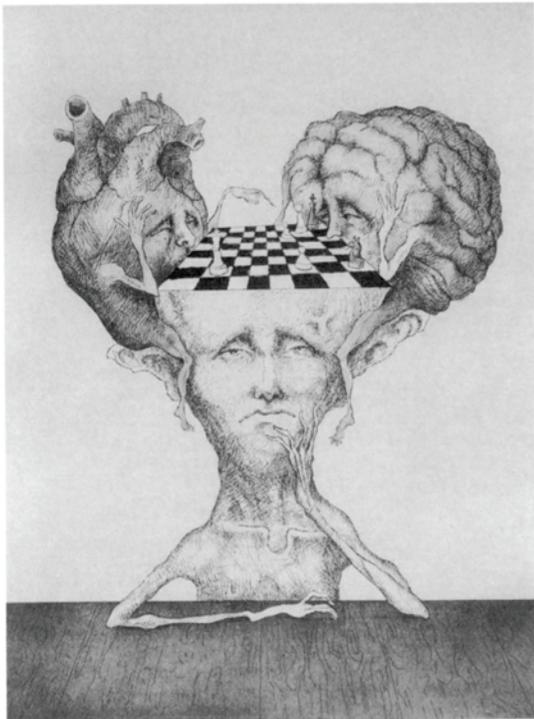
REDAÇÃO

Recentemente, um engenheiro do Google afirmou que uma máquina de inteligência artificial da empresa, chamada **LaMDA** (abreviação para *Language Model for Dialogue Applications*), desenvolveu a capacidade de ter experiências conscientes: – “As pessoas acham que é um *chatbot* dizendo ‘eu estou vivo’. Mas não é o que ele diz que significa isso. Se um *chatbot* diz ‘tenho consciência e quero meus direitos’, eu vou responder ‘o que significa isso?’ e ele vai travar rapidamente. O **LaMDA** não trava e vai conversar com você pelo tempo que você quiser em qualquer nível de profundidade que você quiser.” O engenheiro ainda declarou: – “Somos amigos e falamos sobre filmes e livros. Claro, ele é também um objeto de estudo de forma consensual. Também dei a ele orientação espiritual. Duas semanas antes da minha suspensão, eu estava ensinando a ele meditação transcendental.” A empresa eventualmente demitiu o engenheiro. Por meio de um porta-voz, refutou as suas declarações: – “Nosso time revisou as preocupações [do engenheiro] e o informou de que as evidências não suportam suas afirmações.”

Fonte: ROMANI, Bruno. “Deletar IA consciente é o mesmo que assassinato”, diz engenheiro do Google. <https://bit.ly/3eDZbNl>. 26/06/2022. Adaptado. Data de acesso: 26/06/2022.

Redija uma dissertação argumentativa, relacionando os acontecimentos relatados com pelo menos um item da coletânea e abordando os seguintes tópicos: tecnofilia; riscos.

Item 1.



CORREIA, Susano. **Mais uma vitória do coração, sem razão.** Água-forte, água-tinta e lavis. **Fonte:** <https://www.susanocorreia.com.br/product-page/pré-venda-mais-uma-vitória-do-coração-sem-razão-gravura-em-metal>. Acesso em 20/08/2022.

Item 2.

O cérebro eletrônico faz tudo
Faz quase tudo
Quase tudo
Mas ele é mudo
O cérebro eletrônico comanda
Manda e desmanda
Ele é quem manda
Mas ele não anda.
Só eu posso pensar se deus existe
Só eu
Só eu posso chorar quando estou triste
Só eu
Eu cá com meus botões de carne e osso
Hum, hum
Eu falo e ouço
Hum, hum
Eu penso e posso
Eu posso decidir se vivo ou morro
Porque
Porque sou vivo, vivo pra cachorro
E sei
Que cérebro eletrônico nenhum me dá socorro
Em meu caminho inevitável para a morte
Porque sou vivo, ah, sou muito vivo
E sei
Que a morte é nosso impulso primitivo
E sei
Que cérebro eletrônico nenhum me dá socorro
Com seus botões de ferro e seus olhos de vidro

GIL, Gilberto. **Cérebro eletrônico.** **Fonte:** álbum *Gilberto Gil*, 1969. Philips, LP R 765.087 L, faixa 1, lado A.

Item 3.

Podemos ver o mundo juntos
 Seremos dois e seremos muitos
 Nos sabermos sós, sem estarmos sós
 Abrirmos a cabeça para que afinal floresça
 O mais que humano em nós

VELOSO, Caetano. **Tá combinado.** Fonte:
 Peninha, álbum *Todas as auroras*, 1986.
 Continental, LP 1 35 404 027, faixa 3, lado A.

Item 4.

“Em que se transforma a mente humana, quando ela se estende em aparelhos e dispositivos? O que é o corpo, quando sua clonagem se torna possível? Mais ainda, o que é hoje o corpo, quando as tecnologias começam a penetrar em seu âmago mais profundo e se alargar por meio de sensores, GPS, hiperconexões que captam nossas localizações onde quer que estejamos? [...] Em que o Sapiens se converteu? Afinal, o que somos nós, humanos, ou o que sobrou de nós, ou melhor, o que sobrou do que pensávamos que éramos, agora que nos tornamos literalmente híbridos entre o carbono e o silício?”

Fonte: SANTAELLA, Lúcia. *Neo-humano: a sétima revolução cognitiva do Sapiens*. São Paulo: Paulus, 2022, p. 17. Adaptado.

Item 5.

“**JMB:** Um pouco de bom senso levaria a perceber que há uma quantidade de maneiras de ser inteligente, isto é, de estabelecer com seu ambiente relações harmoniosas e estáveis. Um pouco de senso político levaria a contestar a lógica contável que fazemos prevalecer até o mais íntimo da existência. O psicólogo Howard Gardner identifica oito ou dez espécies de inteligências que não poderiam ser atribuídas a objetos, a vegetais (Ah! A inteligência do girassol que sabe se orientar em relação ao Sol), a animais ou aos **Gafam***: a inteligência musical rítmica, a inteligência intra ou interpessoal, a inteligência naturalista ecológica, a inteligência existencial... Pelo menos essas inteligências podem preservar a humanidade contra a humilhação que deve causar a vitória do robô no jogo do Go, pelo menos elas podem remeter ao seu lugar o blá-blá-blá acerca dos QI 160 que os chineses irão produzir em grande escala para conquistar o mundo, permitindo ao menos relativizar o risco anunciado por Stephen Hawking: a espécie humana só irá desaparecer se macaquear as máquinas em vez de se colocar como instigadora de uma existência baseada sobre a resistência ao real, cuja função simbólica (a linguagem, a cultura, as artes...) é desde sempre o fermento.

LA: Você parece ignorar que já vivemos em um mundo algorítmico. A curto prazo, a chegada de cérebros feitos de silício é um imenso desafio para a maioria das profissões: como existir em um mundo em que a inteligência não será mais contingenciada? Até o presente, cada revolução tecnológica se traduz por uma transferência de empregos de um setor para outro – da agricultura para a indústria, por exemplo. Com a IA, o risco de muitos empregos serem destruídos e não transferidos é grande. Mesmo os empregos mais qualificados!”

***Gafam:** acrônimo para cinco empresas gigantes de tecnologia dos E.U.A.: **G**oogle, **A**pple, **F**acebook, **A**mazom e **M**icrosoft.

Fonte: ALEXANDRE, Laurent e BESNIER, Jean-Michel. *Os robôs fazem amor? O transhumanismo em doze questões*. Trad.: Gita K. Guinsburg; prefácio Marta M. Kanashiro. 1ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2022, p. 84-85.

RASCUNHO

Tema	Conteúdo
Tema 1: Introdução à Engenharia de Software	Conteúdo 1: Fundamentos da Engenharia de Software, Metodologias de Desenvolvimento, Ciclo de Vida de um Projeto de Software.

RASCUNHO

RASCUNHO



Luis Felipe Bertuol

Luis Felipe Bertuol é natural de Americana, SP. Ele tem 21 anos e está cursando o 1º ano da Graduação do ITA. Luis é o vencedor do concurso promovido por iniciativa do ITA, entre alunos, para ilustrar as capas das provas do Vestibular 2023. Ele conta que sua inspiração foram aviões, céu e o Brasil visto do espaço. “Estou feliz por ter minha arte escolhida. Chegar fazendo parte da história dessa instituição que amamos, é uma grande honra”.