Álgebra e Funções

do básico ao avançado — 15 questões da Coleção Enem

Como ler. Cada página tem duas colunas: à esquerda, a questão do Enem como caiu; à direita, o resumo do conteúdo que a resolve — conceito e fórmula — para a revisão. As questões estão em dois blocos, Álgebra (6: equações, inequações, sistemas, expressões e potências) e depois Funções (9: afim, por partes, exponencial, logaritmo, quadrática, trigonométrica e leitura de gráficos), cada um em ordem crescente de dificuldade. As funções têm mais vagas porque respondem por 62 dos 91 itens do tema.

Os níveis. Os cinco níveis são relativos ao próprio tema: dividem em quintis os 91 itens válidos de Álgebra e Funções da Coleção (2012–2025, a ≥ 1), com cortes em 615,3, 670,4, 708,9 e 759,6 na escala 500 + 100·b (parâmetros publicados pelo Inep). Na escala da prova, esses itens se distribuem em 10 muito fáceis, 23 fáceis, 34 medianos, 19 difíceis e 5 muito difíceis. No cabeçalho de cada questão, a dificuldade publicada e a faixa ❶–❺ da Coleção (cortes 580 / 660 / 740 / 820).

As 15 questões

Nº	Bloco	Nível	Enem	Hab.	Dificuldade	a	Modelo da questão
01	Álgebra	1 · Básico	2024	H23	611,7	2,78	Montar e resolver uma equação do 1º grau
02	Álgebra	2 · Fundamental	2018	H20	650,6	4,69	Montar a expressão de uma proporcionalidade (direta, inversa, ao quadrado)
03	Álgebra	3 · Intermediário	2023	H21	683,0	2,21	Sistema linear 2 × 2 (substituição ou adição)
04	Álgebra	3 · Intermediário	2012	H21	708,4	3,55	Potência com expoente fracionário (raiz cúbica)
05	Álgebra	4 · Avançado	2025	H23	746,3	2,38	Montar e resolver uma inequação do 1º grau
06	Álgebra	5 · 900+	2020	H21	786,2	3,30	Inequação modular |ax + b| ≤ k como dupla desigualdade
07	Funções	1 · Básico	2019	H20	580,7	3,06	Inclinação como taxa (kcal por minuto, potência, vazão)
08	Funções	1 · Básico	2024	H19	591,2	3,84	Montar y = ax + b (parte fixa + parte variável)
09	Funções	2 · Fundamental	2023	H23	627,7	2,04	Equação exponencial de mesma base (10^(t/3) = 10⁴)
10	Funções	2 · Fundamental	2021	H15	627,9	2,26	Gráfico de função definida por partes (tarifa por faixa)
11	Funções	3 · Intermediário	2024	H20	701,9	2,39	Compor dois gráficos (III em função de II, II em função de I)
12	Funções	4 · Avançado	2018	H19	708,9	2,43	Senoide A + B·sen(kt) ou A + B·cos(kt): valor médio, amplitude e período
13	Funções	4 · Avançado	2024	H21	729,4	3,58	Escala logarítmica (Richter, pH, decibel) com a fórmula dada
14	Funções	5 · 900+	2023	H22	767,2	3,01	Vértice da parábola (máximo ou mínimo)
15	Funções	5 · 900+	2024	H21	776,1	1,89	Montar a lei exponencial (crescimento percentual, resfriamento)

Escolha: discriminação (todas com a ≥ 1,89; mediana 2,78), recorrência do modelo e diversidade — um modelo por questão; 11 das 15 são de 2020 em diante. Matrizes (4 itens em 14 anos) ficaram de fora por baixa recorrência.

ÁLGEBRA

NÍVEL 1 · BÁSICO dificuldade até 615,3 (quintil do tema)

Questão 01 (H23 | 2024 | 611,7) ①②③④⑤

Uma doceira vende e entrega, em seu bairro, porções de 100 g de docinhos de aniversário. Atualmente, a taxa única de entrega é R$ 10,00, e o valor cobrado por uma porção é R$ 25,00. Por uma estratégia de vendas, a partir da próxima semana, a taxa única de entrega será R$ 15,00, e um novo valor será cobrado por uma porção, de maneira que o valor total a ser pago por um cliente na compra de 5 porções permaneça o mesmo.

A partir da próxima semana, qual será o novo valor cobrado, em real, por uma porção?

Atualmente p/ 5 porções : R$10,00 + R$25,00 · 5 (FIXA + VARIÁVEL)

Novo valor p/ 5 porções : R$15,00 + x · 5

10 + 125 = 15 + 5x

120 = 5x

x = 120/5 = 24

A) 12,50
B) 20,00
C) 24,00
D) 30,00
E) 37,50

Álgebra · nível 1

Montar uma equação do 1º grau. Traduza o enunciado em uma igualdade entre duas quantidades que precisam valer o mesmo, com uma única incógnita:

$$\text{fixo}_1 + n \cdot p_1 = \text{fixo}_2 + n \cdot p_2$$

Isole a incógnita: passe os termos conhecidos para um lado e divida pelo coeficiente. «Permaneça o mesmo» é o sinal de que há uma igualdade a montar; calcule primeiro o valor que não muda.

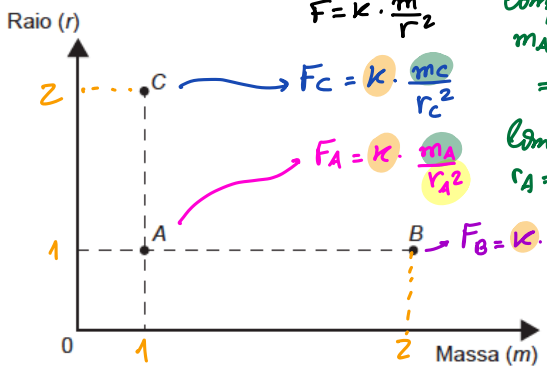
NÍVEL 2 · FUNDAMENTAL dificuldade 615,3 a 670,4 (quintil do tema)

Questão 02 (H20 | 2018 | 650,6) ①②③④⑤

De acordo com a Lei Universal da Gravitação, proposta por Isaac Newton, a intensidade da força gravitacional F que a Terra exerce sobre um satélite em órbita circular é proporcional à massa m do satélite e inversamente proporcional ao quadrado do raio r da órbita, ou seja,

$$F = \frac{k\,m}{r^2}$$

No plano cartesiano, três satélites, A, B e C, estão representados, cada um, por um ponto (m ; r) cujas coordenadas são, respectivamente, a massa do satélite e o raio da sua órbita em torno da Terra.



F = k · m/r²

Comparando A e C: $m_A = m_C$ e $r_C > r_A$ ⇒ $F_C < F_A$

Comparando A e B: $r_A = r_B$ e $m_B > m_A$ ⇒ $F_B > F_A$

k = 1

$F_A = 1 \cdot \frac{1}{1^2} = 1$

$F_B = 1 \cdot \frac{2}{1^2} = 2$

$F_C = 1 \cdot \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$

$F_C < F_A < F_B$

Com base nas posições relativas dos pontos no gráfico, deseja-se comparar as intensidades F_A, F_B e F_C da força gravitacional que a Terra exerce sobre os satélites A, B e C, respectivamente.

As intensidades F_A, F_B e F_C expressas no gráfico satisfazem a relação

$F_C < F_A < F_B$

A) $F_C = F_A < F_B$.
B) $F_A = F_B < F_C$.
C) $F_A < F_B < F_C$.
D) $F_A < F_C < F_B$.
E) $F_C < F_A < F_B$.

Álgebra · nível 2

Proporcionalidade direta, inversa e ao quadrado. «F é proporcional a m e inversamente proporcional ao quadrado de r» se escreve

$$F = k \cdot \frac{m}{r^2}$$

Para comparar valores sem conhecer k, compare as razões: com a mesma massa, quem tem o maior raio tem a menor força; com o mesmo raio, quem tem a maior massa tem a maior força. Num gráfico de pontos $(m;\ r)$, pontos na mesma vertical têm a mesma massa, e na mesma horizontal, o mesmo raio.

NÍVEL 3 · INTERMEDIÁRIO dificuldade 670,4 a 708,9 (quintil do tema)

Questão 03 (H21 | 2023 | 683,0) ①②③④⑤

O metrô de um município oferece dois tipos de tíquetes com colorações diferentes, azul e vermelha, sendo vendidos em cartelas, cada qual com nove tíquetes da mesma cor e mesmo valor unitário. Duas cartelas de tíquetes azuis e uma cartela de tíquetes vermelhos são vendidas por R$ 32,40. Sabe-se que o preço de um tíquete azul menos o preço de um tíquete vermelho é igual ao preço de um tíquete vermelho mais cinco centavos.

Qual o preço, em real, de uma cartela de tíquetes vermelhos?

9V?

A) 4,68

B) 6,30

C) 9,30

D) 10,50

E) 10,65

Álgebra · nível 3

Sistema linear 2 × 2. Duas incógnitas pedem duas equações independentes. Escreva cada frase do enunciado como uma equação e resolva por substituição (isole uma incógnita em uma equação e substitua na outra) ou por adição:

$$\begin{cases} 2 \cdot 9a + 9v = 32{,}40 \\ a - v = v + 0{,}05 \end{cases}$$

Cuidado com a unidade da incógnita (preço do tíquete ou da cartela?). Confira a resposta substituindo nas duas equações.

SOLUÇÃO

A: preço do tíquete azul
V: " " " vermelho

1ª eq: $2 \cdot 9A + 9V = 32{,}40$
2ª eq: $A - V = V + 0{,}05 \Rightarrow A = 2V + 0{,}05$

subst. na 1ª eq: $2 \cdot (2V + 0{,}05) + 9V = 32{,}40$
$36V + 0{,}90 + 9V = 32{,}40$
$45V = 31{,}50$ (:5)
$9V = 6{,}30$

Questão 04 (H21 | 2012 | 708,4) ①②③④⑤

Dentre outros objetos de pesquisa, a Alometria estuda a relação entre medidas de diferentes partes do corpo humano. Por exemplo, segundo a Alometria, a área A da superfície corporal de uma pessoa relaciona-se com a sua massa m pela fórmula $A = k \cdot m^{\frac{2}{3}}$, em que k é uma constante positiva.

Se no período que vai da infância até a maioridade de um indivíduo sua massa é multiplicada por 8, por quanto será multiplicada a área da superfície corporal?

A) $\sqrt[3]{16}$

B) 4

C) $\sqrt{24}$

D) 8

E) 64

$A_I = k \cdot m^{2/3}$ (INF.) ×8 a massa

$A_M = k \cdot (8m)^{\frac{2}{3}} = k \cdot m^{\frac{2}{3}} \cdot 8^{\frac{2}{3}} = 4 \cdot A_I$ (MAIORIDADE)

Álgebra · nível 3

Potência de expoente fracionário. Um expoente fracionário é uma raiz:

$$x^{\frac{p}{q}} = \sqrt[q]{x^p}$$

Se $A = k \cdot m^{2/3}$ e a massa é multiplicada por c, a área é multiplicada por $c^{2/3}$, porque k se cancela na razão $\frac{A'}{A}$. Com $c = 8$: $8^{2/3} = \left(\sqrt[3]{8}\right)^2 = 4$. Tire a raiz antes de elevar: os números ficam menores.

$(a \cdot b)^m = a^m \cdot b^m$

$a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m}$

$8^{2/3} = \sqrt[3]{8^2} = \sqrt[3]{64} = 4$

$8^{2/3} = (2^3)^{\frac{2}{3}} = 2^{\frac{3 \cdot 2}{3}} = 2^2 = 4$

$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$

NÍVEL 4 · AVANÇADO dificuldade 708,9 a 759,6 (quintil do tema)

Questão 05 (H23 | 2025 | 746,3) ①②③④⑤

Uma empresa produziu, em um determinado mês, 110 toneladas de plástico a partir de derivados de petróleo e 80 toneladas a partir de plásticos reciclados. O custo para reciclar uma tonelada de plástico é de R$ 500,00, que equivale a 5% do custo para produzir a mesma quantidade de plástico a partir de derivados de petróleo. Para o mês seguinte, a meta dessa empresa é produzir a mesma quantidade de plástico que foi produzida nesse mês, mas com redução de, pelo menos, 50% no custo de produção.

Para que no mês seguinte a empresa atinja a meta, a quantidade mínima de toneladas de plástico que devem ser produzidas a partir de reciclagem deverá ser

A) 135.
B) 140.
C) 155.
D) 160.
E) 175.

Álgebra · nível 4

Inequação do 1º grau. «Pelo menos», «no máximo», «não ultrapassar» indicam desigualdade. Monte a expressão da grandeza (custo, nota, consumo) em função da incógnita e compare com o limite:

$$a \cdot x + b \le L \;\Rightarrow\; x \ge \frac{b - L}{-a} \quad (a < 0)$$

Ao multiplicar ou dividir por um número negativo, o sentido da desigualdade se inverte. A resposta «quantidade mínima» é o menor inteiro que satisfaz a inequação.

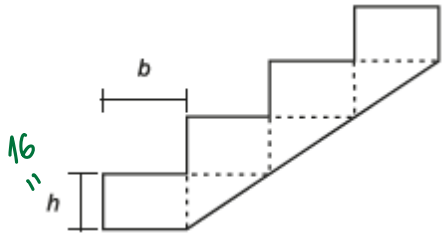
NÍVEL 5 · 900+ dificuldade acima de 759,6 (quintil do tema)

Questão 06 (H21 | 2020 | 786,2) ①②③④⑤

Uma casa de dois andares está sendo projetada. É necessário incluir no projeto a construção de uma escada para o acesso ao segundo andar. Para o cálculo das dimensões dos degraus utilizam-se as regras:

$$|2h + b - 63{,}5| \le 1{,}5 \text{ e } 16 \le h \le 19,$$

nas quais *h* é a altura do degrau (denominada espelho) e *b* é a profundidade da pisada, como mostra a figura. Por conveniência, escolheu-se a altura do degrau como sendo *h* = 16. As unidades de *h* e *b* estão em centímetro.



Nesse caso, o mais amplo intervalo numérico ao qual a profundidade da pisada (*b*) deve pertencer, para que as regras sejam satisfeitas é

A) $30 \le b$.
B) $30 \le b \le 31{,}5$.
C) $30 \le b \le 33$.
D) $31{,}5 \le b \le 33$.
E) $b \le 33$.

Álgebra · nível 5

Inequação modular. O módulo mede a distância até zero, então

$$|u| \le k \;\Leftrightarrow\; -k \le u \le k$$

Substitua o que é conhecido, transforme o módulo em dupla desigualdade e isole a incógnita nas três partes ao mesmo tempo. Quando há mais de uma condição, a resposta é a interseção dos intervalos.

$|2.16 + b - 63{,}5| \le 1{,}5$

$|32 + b - 63{,}5| \le 1{,}5$

$|b - 31{,}5| \le 1{,}5$ → DISTÂNCIA DO b AO 31,5 INFERIOR OU IGUAL A 1,5

1,5 1,5

30,0 31,5 33,0

$30 \le b \le 33$

$|x| \le k \Rightarrow$ $-k \le x \le k$

EX: $|x| \le 3 \Rightarrow -3 \le x \le 3$

$|x - a|$: distância do x até o valor a

$|x - 3| \le 2$ 1 3 5

$|x - 2| \ge 5$ −3 2 7

Uma empresa produziu, em um determinado mês, 110 toneladas de plástico a partir de derivados de petróleo e 80 toneladas a partir de plásticos reciclados. O custo para reciclar uma tonelada de plástico é de R$ 500,00, que equivale a 5% do custo para produzir a mesma quantidade de plástico a partir de derivados de petróleo. Para o mês seguinte, a meta dessa empresa é produzir a mesma quantidade de plástico que foi produzida nesse mês, mas com redução de, pelo menos, 50% no custo de produção.

↳ 110 + 80 = 190 ton.

Para que no mês seguinte a empresa atinja a meta, a quantidade mínima de toneladas de plástico que devem ser produzidas a partir de reciclagem deverá ser

- A 135.
- B 140.
- C 155.
- D 160.
- E 175.

MÊS DE REFERÊNCIA

Petróleo ⇒ 110 ton (R$ 10000/ton) 1.100.000
Recicladas ⇒ 80 ton (R$ 500/ton) 40.000
1.140.000

Se 500 — 5%
x — 100% ⇒ 5x = 500.100
x = 10000

CUSTO ORIGINAL: 110.10000 + 80.500

total: 190 ton
K

CUSTO ≤ 50% CUSTO ORIG. ⇒

PETRÓLEO: (190 − K) ton (50)
RECICLAGEM: K ton
" 140

140.500 + 50.10000
70000 + 500000
570.000

(190−K).10000 + K.500 ≤ 0,5.(110.10000 + 80.500)

190.10000 − 10000K + 500K ≤ 55.10000 + 40.500

190.10000 − 55.10000 − 40.500 ≤ 10000K − 500K (÷500)

190.20 − 55.20 − 40 ≤ 20K − K

19K ≥ 20(190 − 55 − 2) ⇒ 19K ≥ 20.133 ⇒ K ≥ 20.133/19 (7)

K ≥ 140

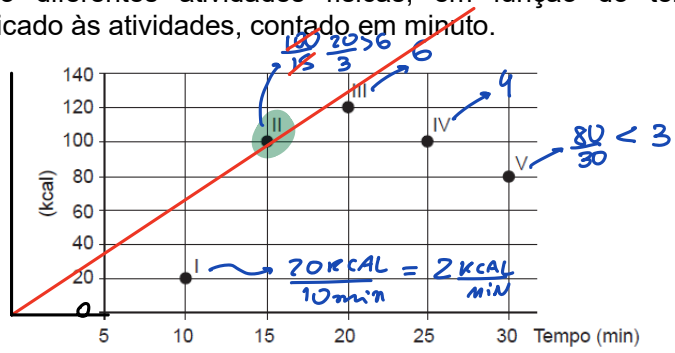
Professor Predão

FUNÇÕES

NÍVEL 1 · BÁSICO dificuldade até 615,3 (quintil do tema)

Questão 07 (H20 | 2019 | 580,7) ①②③④⑤

Os exercícios físicos são recomendados para o bom funcionamento do organismo, pois aceleram o metabolismo e, em consequência, elevam o consumo de calorias. No gráfico, estão registrados os valores calóricos, em kcal, gastos em cinco diferentes atividades físicas, em função do tempo dedicado às atividades, contado em minuto.



Qual dessas atividades físicas proporciona o maior consumo de quilocalorias por minuto?

A) I
B) II
C) III
D) IV
E) V

Funções · nível 1

Inclinação como taxa. Em um gráfico de uma grandeza acumulada em função do tempo, a taxa (por minuto, por hora) é a razão entre os eixos:

$$\text{taxa} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Para retas que partem da origem, a taxa de cada ponto é $\frac{y}{x}$, e a reta mais inclinada tem a maior taxa. Não confunda o ponto mais alto (maior total) com a maior taxa: o que importa é a inclinação.

Questão 08 (H19 | 2024 | 591,2) ①②③④⑤

O uso de aplicativos de transporte tem sido uma alternativa à população que busca preços mais competitivos para se locomover, principalmente nas grandes cidades. As formas usadas para determinar o valor cobrado por cada viagem variam de um aplicativo para outro, mas, em geral, o valor V a ser pago, em real, varia em função de:

- tarifa base F: valor fixo, em real, cobrado no início da viagem;
- tempo T: tempo, em minuto, de duração da viagem;
- distância D: distância percorrida, em quilômetro.

Um desses aplicativos cobra R$ 2,00 de valor fixo, acrescido de R$ 0,26 por minuto de viagem e de R$ 1,40 por quilômetro rodado.

Nessas condições, a expressão que fornece o valor V a ser pago por uma viagem desse aplicativo é

A) 2,00F + 0,26T + 1,40D
B) 2,00 + 0,26T + 1,40D
C) 2,00 + 0,26T + D
D) 0,26T + 1,40D
E) F + T + D

Funções · nível 1

Função afim. Uma parte fixa mais uma parte proporcional:

$$y = a \cdot x + b$$

b é o valor inicial (tarifa fixa, taxa de entrega) e a é a taxa por unidade (por minuto, por quilômetro). Com duas variáveis, cada uma entra com o seu coeficiente: $V = F + c_1 T + c_2 D$. Identifique primeiro o que é fixo e o que é multiplicado.

$V = 2{,}00 + 0{,}26 \cdot T + 1{,}40 \cdot D$

NÍVEL 2 · FUNDAMENTAL dificuldade 615,3 a 670,4 (quintil do tema)

Questão 09 (H23 | 2023 | 627,7) ①②③④⑤

Um agricultor é informado sobre um método de proteção para sua lavoura que consiste em inserir larvas específicas, de rápida reprodução. A reprodução dessas larvas faz com que sua população multiplique-se por 10 a cada 3 dias e, para evitar eventuais desequilíbrios, é possível cessar essa reprodução aplicando-se um produto X. O agricultor decide iniciar esse método com 100 larvas e dispõe de 5 litros do produto X, cuja aplicação recomendada é de exatamente 1 litro para cada população de 200 000 larvas. A quantidade total do produto X de que ele dispõe deverá ser aplicada de uma única vez.

Quantos dias após iniciado esse método o agricultor deverá aplicar o produto X?

A) 2
B) 4
C) 6
D) 12
E) 18

Aplicar 5 litros!

$\frac{1\,L}{200\,000\ larvas} = \frac{5\,L}{x} \Rightarrow x = 5 \cdot 200\,000 = 1\,000\,000 = 10^6\ larvas$

DIA 0 → 10^2 (100 larvas) → DIA 3 → 10^3 → DIA 6 → 10^4 → DIA 9 → 10^5 → DIA 12 → 10^6

APLICAÇÃO!

Funções · nível 2

Equação exponencial. Quando a grandeza é multiplicada por q a cada intervalo de T,

$$P(t) = P_0 \cdot q^{\,t/T}$$

Para achar t, isole a potência e escreva os dois lados na mesma base: $10^{t/3} = 10^4 \Rightarrow \frac{t}{3} = 4$.

Comece calculando o valor final pedido pelo enunciado (aqui, a população que a dose disponível consegue tratar).

$P(t) = P_0 \cdot k^t$

Questão 10 (H15 | 2021 | 627,9) ①②③④⑤

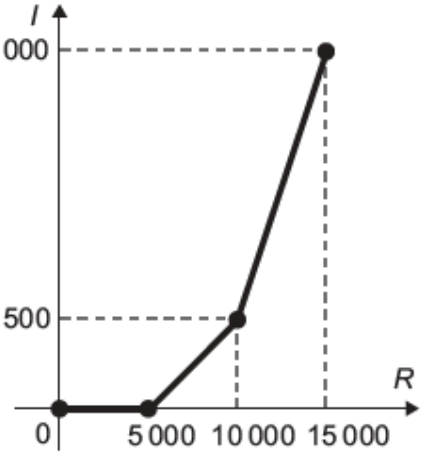
O quadro representa a relação entre o preço de um produto (*R*) e seu respectivo imposto devido (I).

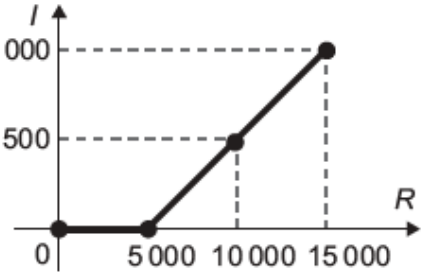
Preço do produto *(R)*	Imposto devido *(I)*
R ≤ 5 000	isento
5 000 < R ≤ 10 000	10% de (R – 5 000)
10 000 < R ≤ 15 000	500 + 30% de (R – 10 000)

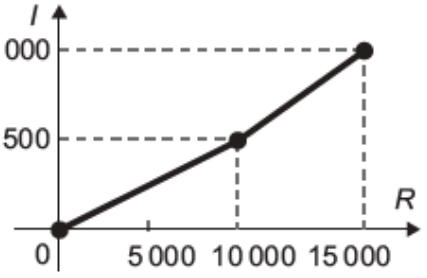
Ex: R = 6000
Imposto = 10% de 6000 − 5000
= 10% de 1000
= 100

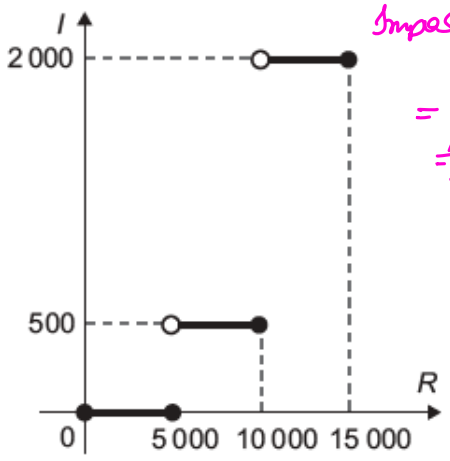
Ex2: R = 12000
Imposto = 500 + 30% de R − 10000
= 500 + 0,3 . 7000
= 1100

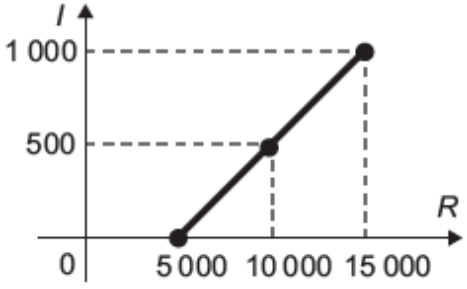
O gráfico que melhor representa essa relação é

A)


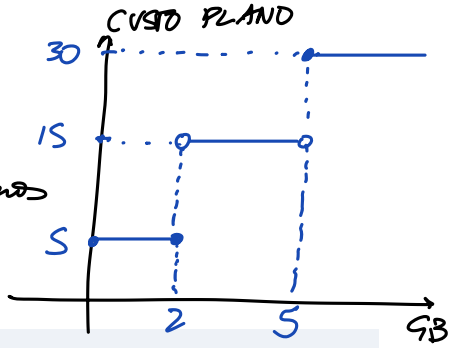
B)


C)


D)


E)


Plano de Internet
R$ 5, Até 2GB
R$ 15, Mais de 2GB e menos de 5GB
R$ 30, 5GB ou +



Funções · nível 2

Função definida por partes. Cada faixa da variável tem a sua própria lei. No gráfico, cada faixa vira um trecho:

$$I = 0 \quad (R \le 5\,000)$$

$$I = 0{,}1\,(R - 5\,000) \quad \text{(até } 10\,000\text{)}$$

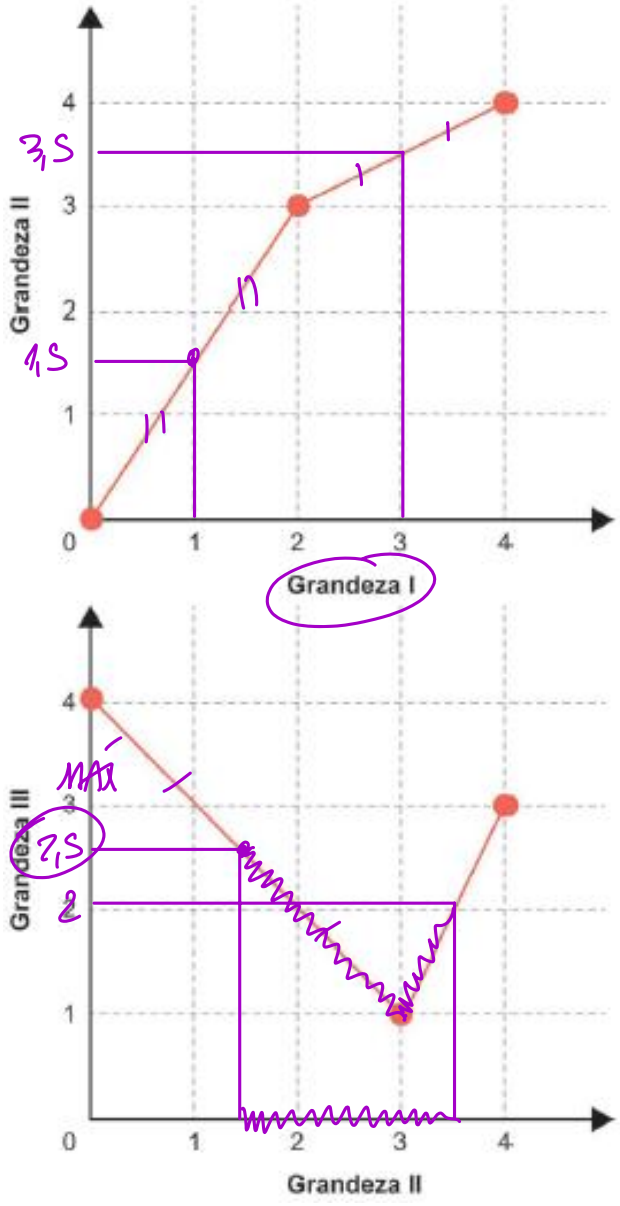
$$I = 500 + 0{,}3\,(R - 10\,000) \quad \text{(acima)}$$

Calcule o valor nas extremidades de cada faixa para ver se o gráfico tem salto ou é contínuo, e compare as inclinações (a maior porcentagem dá o trecho mais íngreme).

NÍVEL 3 · INTERMEDIÁRIO dificuldade 670,4 a 708,9 (quintil do tema)

Questão 11 (H20 | 2024 | 701,9) ①②③④⑤

Três grandezas (I, II e III) se relacionam entre si. Os gráficos a seguir, formados por segmentos de reta, descrevem as relações de dependência existentes entre as grandezas I e II, e entre as grandezas II e III.



O valor máximo assumido pela grandeza III, quando a grandeza I varia de 1 a 3, é

A) 1,0.

B) 2,5.

C) 3,0.

D) 3,5.

E) 4,0.

Funções · nível 3

Compor dois gráficos. Se II depende de I e III depende de II, então III depende de I através de II:

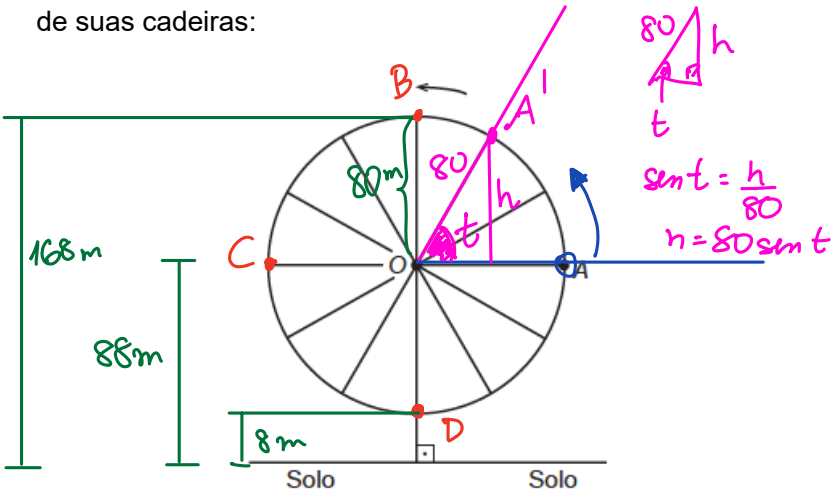
$$I \rightarrow II = f(I) \rightarrow III = g(II)$$

Percorra os gráficos em sequência: para o intervalo dado de I, leia no primeiro gráfico o intervalo correspondente de II; com esse intervalo, leia no segundo gráfico os valores de III. O máximo de III pode estar no meio do intervalo de II, não necessariamente nas extremidades.

NÍVEL 4 · AVANÇADO dificuldade 708,9 a 759,6 (quintil do tema)

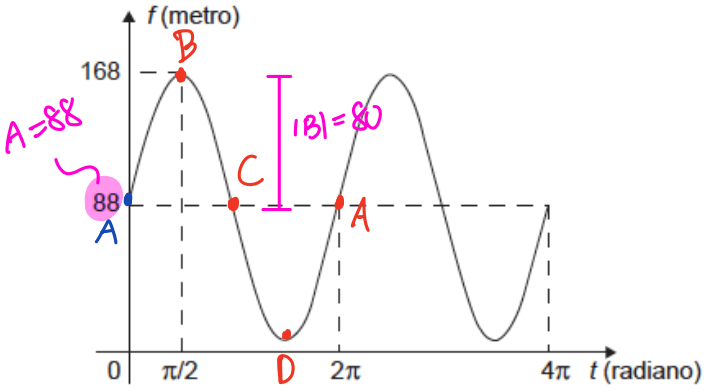
Questão 12 (H19 | 2018 | 708,9) ①②③④⑤

Em 2014, foi inaugurada a maior roda-gigante do mundo, a *High Roller,* situada em Las Vegas. A figura representa um esboço dessa roda-gigante, no qual o ponto A representa uma de suas cadeiras:



A partir da posição indicada, em que o segmento AO se encontra paralelo ao plano do solo, rotaciona-se a *High Roller* no sentido anti-horário, em torno do ponto O. Sejam t o ângulo determinado pelo segmento OA em relação à sua posição inicial, e f a função que descreve a altura do ponto A em relação ao solo, em função de t.

Após duas voltas completas, f tem o seguinte gráfico:



A expressão da função altura é dada por

a) f(t) = 80 sen(t) + 88.

b) f(t) = 80 cos(t) + 88.

~~c) f(t) = 88 cos(t) + 168.~~

~~d) f(t) = 168 sen(t) + 88 cos(t).~~

~~e) f(t) = 88 sen(t) + 168 cos(t).~~

(0, 88)

Ⓐ $f(0) = 80 \sin 0 + 88$
$= 80 \cdot 0 + 88$
$= 88$ ✓

Ⓑ $f(0) = 80 \cos 0 + 88$
$= 80 \cdot 1 + 88$
$= 168$ ✗

Funções · nível 4

Funções trigonométricas. Uma senoide $f(t) = A + B\sin(kt)$ oscila em torno do valor médio A, com amplitude $|B|$ e período $\frac{2\pi}{k}$:

$$A = \frac{\text{máx} + \text{mín}}{2}$$

$$|B| = \frac{\text{máx} - \text{mín}}{2}$$

Começou no valor médio subindo: seno; começou no máximo: cosseno; começou no mínimo: $-\cos$. Na roda-gigante, o centro dá o valor médio e o raio dá a amplitude.

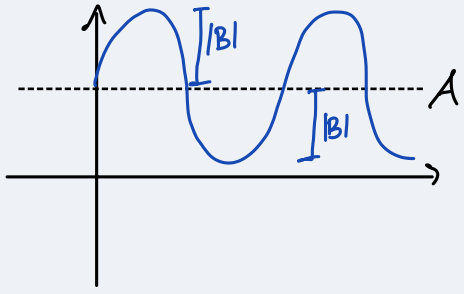
amplitude : $|B| = \frac{\text{MÁX} - \text{MÍN}}{2}$

$f(t) = A + B \begin{matrix}\text{sen}\\ \text{cos}\end{matrix} (Ct + D)$

eixo médio $= \frac{\text{MÁX} + \text{MÍN}}{2}$

relacionado ao período

período $= \frac{2\pi}{|C|}$



Questão 13 (H21 | 2024 | 729,4) ①②③④⑤

Em uma região com grande incidência de terremotos, observou-se que dois terremotos ocorridos apresentaram magnitudes M_1 e M_2, medidos segundo a escala Richter, e liberaram energias iguais a E_1 e E_2, respectivamente. Entre os estudiosos do assunto, é conhecida uma expressão algébrica relacionando esses valores dada por

$$M_2 - M_1 = \frac{2}{3}\log\left(\frac{E_2}{E_1}\right).$$

Estudos mais abrangentes observaram que o primeiro terremoto apresentou a magnitude $M_1 = 6{,}9$ e a energia liberada foi um décimo da observada no segundo terremoto.

O valor aproximado da magnitude M_2 do segundo terremoto, expresso com uma casa decimal, é igual a

A) 5,4.
B) 6,2.
C) 7,6.
D) 8,2.
E) 8,4.

Funções · nível 4

Logaritmo e escalas logarítmicas. O logaritmo é o expoente: $\log_{10} x = y \Leftrightarrow 10^y = x$. Escalas como Richter, pH e decibel usam essa ideia:

$$\log\left(\frac{E_2}{E_1}\right) = \log E_2 - \log E_1$$

$$\log 10 = 1$$

Multiplicar a energia por 10 soma uma unidade ao logaritmo. Use a fórmula dada no enunciado, substitua a razão pedida e simplifique o logaritmo antes de fazer qualquer conta.

NÍVEL 5 · 900+ dificuldade acima de 759,6 (quintil do tema)

Questão 14 (H22 | 2023 | 767,2) ①②③④⑤

Analisando as vendas de uma empresa, o gerente concluiu que o montante diário arrecadado, em milhar de real, poderia ser calculado pela expressão $V(x) = \frac{x^2}{4} - 10x + 105$, em que os valores de x representam os dias do mês, variando de 1 a 30.

Um dos fatores para avaliar o desempenho mensal da empresa é verificar qual é o menor montante diário V_0 arrecadado ao longo do mês e classificar o desempenho conforme as categorias apresentadas a seguir, em que as quantidades estão expressas em milhar de real.

- Ótimo: $V_0 \geq 24$
- Bom: $20 \leq V_0 < 24$
- Normal: $10 \leq V_0 < 20$
- Ruim: $4 \leq V_0 < 10$
- Péssimo: $V_0 < 4$

No caso analisado, qual seria a classificação do desempenho da empresa?

A) Ótimo.
B) Bom.
C) Normal.
D) Ruim.
E) Péssimo.

Funções · nível 5

Vértice da parábola. Para $f(x) = ax^2 + bx + c$, o mínimo ($a > 0$) ou o máximo ($a < 0$) ocorre em

$$x_v = -\frac{b}{2a}$$

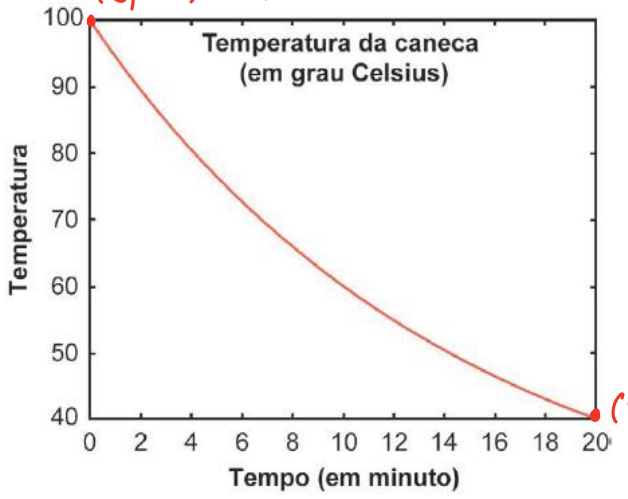
$$y_v = f(x_v) = -\frac{\Delta}{4a}$$

Confira se x_v está dentro do domínio (aqui, os dias 1 a 30); se estiver fora, o extremo fica na borda do intervalo. Calcular $f(x_v)$ diretamente costuma ser mais rápido do que usar Δ.

Questão 15 (H21 | 2024 | 776,1) ①②③④⑤

Uma caneca com água fervendo é retirada de um forno de micro-ondas. A temperatura T, em grau Celsius, da caneca, em função do tempo t, em minuto, pode ser modelada pela função $T(t) = a + 80b^t$, representada no gráfico a seguir.

(0,100) ⇒ P/ t=0 temos T=100



(20, 40)
P/ t=20
T=40

Os valores das constantes a e b são

A) $a = 20$; $b = \log(0{,}5)$.

B) ~~$a = 100$; $b = 0{,}5$.~~

C) $a = 20$; $b = (0{,}5)^{\frac{1}{10}}$.

D) $a = 20$; $b = \dfrac{(40)^{\frac{1}{10}}}{80}$.

E) $a = 20$; $b = 40$.

Funções · nível 5

Lei exponencial com dois parâmetros. Em um modelo $T(t) = a + c \cdot b^t$, cada parâmetro sai de um ponto do gráfico:

$$T(0) = a + c$$

$$t \to \infty \Rightarrow T \to a \quad (0 < b < 1)$$

O valor para onde a curva tende (a assíntota) é a. Depois, use um terceiro ponto para achar b: se $c \cdot b^{10} = \frac{c}{2}$, então $b^{10} = \frac{1}{2}$ e $b = \left(\frac{1}{2}\right)^{1/10}$.

(0,100)
$T(0) = 100$
$a + 80 \cdot b^0 = 100$
$a + 80 = 100$
$a = 20$

(20,40)
$T(20) = 40$
$a + 80b^{20} = 40$
$20 + 80b^{20} = 40$
$80b^{20} = 20$
$b^{20} = \frac{1}{4}$
$(b^{20})^{\frac{1}{20}} = \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{20}}$
$b = \left(\frac{1}{4}\right)^{1/20} = \left[\left(\frac{1}{2}\right)^2\right]^{1/20} = 0{,}5^{\frac{1}{10}}$
$\Rightarrow b = (0{,}5)^{1/10}$

GABARITOS

Questão	Bloco	Nível	Enem	Hab.	Gabarito	Dificuldade	Faixa
01	Álgebra	1	2024	H23	C	611,7	❷
02	Álgebra	2	2018	H20	E	650,6	❷
03	Álgebra	3	2023	H21	B	683,0	❸
04	Álgebra	3	2012	H21	B	708,4	❸
05	Álgebra	4	2025	H23	B	746,3	❹
06	Álgebra	5	2020	H21	C	786,2	❹
07	Funções	1	2019	H20	B	580,7	❷
08	Funções	1	2024	H19	B	591,2	❷
09	Funções	2	2023	H23	D	627,7	❷
10	Funções	2	2021	H15	A	627,9	❷
11	Funções	3	2024	H20	B	701,9	❸
12	Funções	4	2018	H19	A	708,9	❸
13	Funções	4	2024	H21	C	729,4	❸
14	Funções	5	2023	H22	D	767,2	❹
15	Funções	5	2024	H21	C	776,1	❹

QUESTÕES AUTORAIS · Álgebra e Funções

Questão 01 (H21 | 2º Simulado 2025)

Mário necessita de um sapato novo e ouviu de uma amiga que havia uma sapataria em que todos os sapatos eram artesanais, feitos pela dona da loja.

Chegando a essa sapataria, Mário descobriu que a numeração dos sapatos não seguia o padrão nacional, mas um próprio da loja, de modo que a relação entre o comprimento do pé e o número do sapato poderia ser modelada por uma função afim. Verificando algumas opções, Mário notou que sapatos para pés de 15 cm de comprimento correspondiam ao número 25 e, para pés de 19 cm, os sapatos correspondentes eram os de número 27.

A partir desse padrão, Mário percebeu que a numeração de seu sapato, nessa loja, era numericamente igual ao comprimento de seu pé, em centímetros.

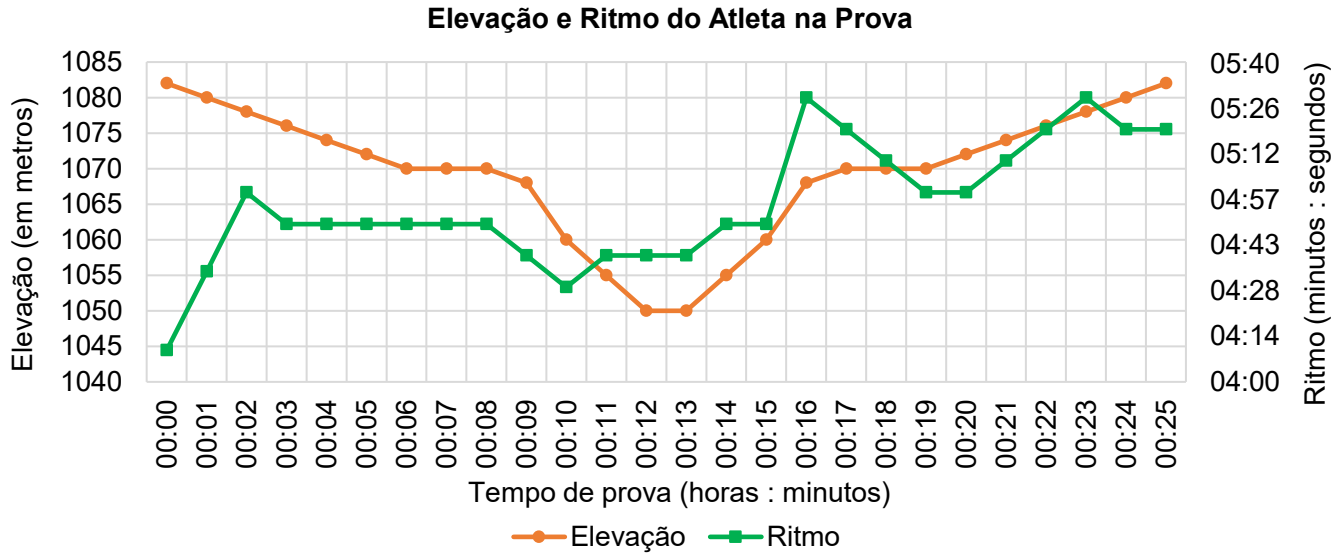
Dessa maneira, o número de sapato de Mário é

A) 20.
B) 25.
C) 30.
D) 35.
E) 40.

Questão 02 (H20 | 2º Simulado 2025)

Dois indicadores muito analisados em corridas de rua são a elevação e o ritmo. A elevação representa a altitude instantânea do atleta em relação ao nível do mar. Trechos com elevação crescente representam subidas, enquanto trechos com elevação decrescente representam descidas. Já o ritmo representa a relação inversa da velocidade, isto é, corresponde ao tempo que o atleta levaria para percorrer uma distância fixa de 1 km. Assim, valores menores de ritmo representam trechos de maior velocidade, enquanto ritmos maiores representam momentos com menor velocidade. Nesse contexto, diz-se que o atleta "ataca a subida" quando aumenta sua velocidade em um trecho de subida.

O gráfico a seguir representa o desempenho de elevação e o de ritmo de um atleta em uma prova de 5 km, que foi completada em 25 minutos, conforme apresentado no eixo horizontal do gráfico.



Por quantos minutos o atleta "atacou a subida" na prova representada no gráfico?

A) 1
B) 2
C) 3
D) 5
E) 7

Questão 03 (H23 | 3º Simulado 2023)

Shows de Taylor Swift causam atividade sísmica equivalente a terremoto, afirma especialista

O público dos shows de Taylor Swift em Seattle, nos Estados Unidos, dos dias 22 e 23 de julho, causou uma atividade sísmica equivalente a um terremoto de magnitude 2,30 na escala Richter, de acordo com a sismóloga Jackie Caplan-Auerbach.

Adaptado de: https://g1.globo.com/pop-arte/
Acesso em: 8 de ago. de 2023

A magnitude na escala Richter (M) mensura o impacto de um abalo sísmico com base na energia liberada em seu epicentro (E), em ergs, por meio da fórmula:

$$M = \frac{2}{3}\log E - 7{,}9$$

Sabe-se que a lotação do estádio de Seattle, nas apresentações dos dias 22 e 23 de julho, foi de 70 000 pessoas e pode-se considerar que a energia liberada pelo público é diretamente proporcional ao número de presentes na apresentação.

Uma nova apresentação da cantora ocorrerá, desta vez no Estádio de Melbourne, na Austrália, com público esperado de 100 000 pessoas. Adote $\log 7 = 0{,}85$.

Desprezando-se outros fatores que influenciem a atividade sísmica, a magnitude esperada para a apresentação no Estádio de Melbourne, na escala Richter, será de

A) 2,40.
B) 2,45.
C) 3,15.
D) 3,28.
E) 3,33.

Questão 04 (H21 | 1º Simulado 2023)

Um grupo de funcionários de uma empresa decidiu fazer um bolão para realizar uma aposta de R$ 4 000,00 na loteria. Para isso, acertaram que juntariam a quantia a partir de uma contribuição igualitária de cada funcionário do grupo e, caso a aposta fosse vitoriosa, o prêmio seria dividido de forma igualitária entre os participantes do bolão.

No momento em que seria realizado o pagamento, no entanto, 10 funcionários desistiram de participar do bolão e, para manter o valor total a ser apostado, cada participante que permaneceu no grupo precisaria contribuir com um valor adicional de R$ 20,00 em relação à quantia previamente combinada.

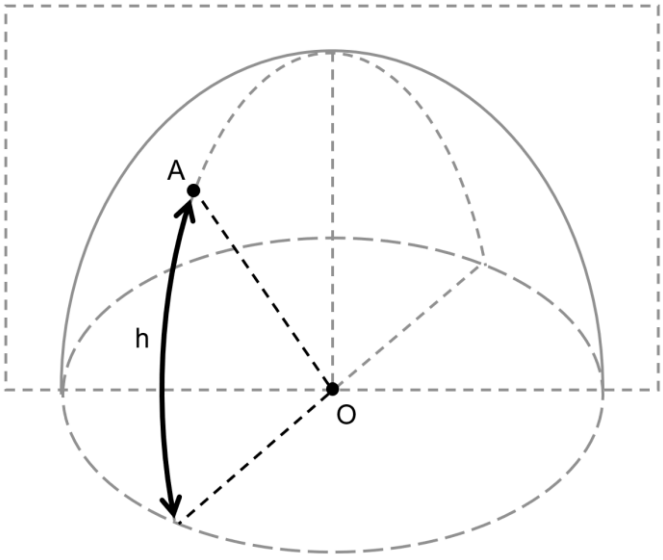
Sabe-se que a aposta realizada no bolão foi vitoriosa e que o grupo recebeu um prêmio de R$ 240 000,00.

Quanto cada funcionário que desistiu da participação teria recebido como prêmio caso todos tivessem permanecido no grupo original do bolão?

A) R$ 4 000,00
B) R$ 4 800,00
C) R$ 6 000,00
D) R$ 8 000,00
E) R$ 24 000,00

Questão 05 (H23 | 3º Simulado 2023)

Na Astronomia de Posição, utiliza-se um sistema de coordenadas esféricas para se representar a posição de um astro em relação a um observador. Nesse sistema, a altura de um astro é definida como o ângulo (h) formado entre o plano do horizonte e a reta que conecta o observador (O) à imagem do astro (A), conforme ilustrado na imagem a seguir.



A altura de certa estrela foi acompanhada, diariamente, por cientistas em um observatório, o que lhes permitiu descrever sua altura h, em graus, a partir da função $h(x) = 42{,}6 + 27{,}3 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{\pi x}{8} - \frac{\pi}{4}\right)$, em que x representa um mês, com $x = 1$ associado ao mês de janeiro de 2019, $x = 2$ ao mês de fevereiro de 2019 e assim por diante. Os cientistas realizariam um registro fotográfico do céu no mês em que a estrela estivesse em sua maior altura pela terceira vez a partir de janeiro de 2019.

Para cumprir as condições estabelecidas, o registro fotográfico deveria ser realizado em

A) junho de 2019.
B) outubro de 2020.
C) junho de 2021.
D) fevereiro de 2022.
E) outubro de 2022.

GABARITOS

Questão	Origem	Gabarito
01	2º Simulado 2025	**D**
02	2º Simulado 2025	**B**
03	3º Simulado 2023	**A**
04	1º Simulado 2023	**B**
05	3º Simulado 2023	**D**