

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

enem2026

CADERNO
7
AZUL

ATENÇÃO: transcreva no espaço apropriado do seu CARTÃO-RESPOSTA, com sua caligrafia usual, considerando as letras maiúsculas e minúsculas, a seguinte frase:

Você vai mandar bem na prova, pode ter certeza!

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE:

1. Este CADERNO DE QUESTÕES contém 12 questões, numeradas de 1 a 12, e uma FOLHA DE RASCUNHO, dispostas da seguinte maneira:
 - a) Questões de número 1 a 12, relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias;
 - b) FOLHA DE RASCUNHO e GABARITO
2. Confira se a quantidade e a ordem das questões do seu CADERNO DE QUESTÕES estão de acordo com as instruções acima. Caso o caderno esteja incompleto, apresente defeitos ou qualquer divergência, comunique imediatamente ao aplicador da sala, para que sejam tomadas as providências cabíveis.
3. Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas cinco opções, sendo apenas uma a correta.
4. O tempo disponível para essa lista é de **1 hora**.
5. Reserve tempo suficiente para preencher o CARTÃO-RESPOSTA.
6. Os rascunhos e as marcações feitas no CADERNO DE QUESTÕES e na FOLHA DE RASCUNHO não serão considerados na avaliação.
7. Ao terminar a prova, acene para chamar o aplicador e entregue o CADERNO DE QUESTÕES, o CARTÃO-RESPOSTA e a FOLHA DE RASCUNHO.
8. Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação. Será permitido levar o CADERNO DE QUESTÕES apenas nos 30 minutos finais que antecedem o término da prova, caso você deixe a sala em definitivo nesse período.

CIÊNCIAS DA NATUREZA - QUÍMICA

Lista de Exercícios (Modelo ENEM) | Mol e cálculos básicos

QUESTÃO 1

Enem 2024 - 1ª aplicação

Brasil fecha 2020 entre os maiores recicladores de latas de alumínio

A bauxita contém alumina (Al_2O_3), que é a matéria-prima para produção do alumínio (Al). De forma geral, são necessários 50 kg de bauxita para produzir 10 kg de alumínio. O Brasil fechou 2020 como um dos principais líderes mundiais em reciclagem de latas de alumínio.

De acordo com levantamento da Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio (Abralatas), o país obteve um índice de reciclagem de 97,4%, de um total de $4,0 \times 10^5$ toneladas de latas vendidas. Considere que a lata é constituída de alumínio puro.

Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br>. Acesso em: 30 nov. 2021 (adaptado).

Levando em conta apenas a reciclagem de latas, qual é o valor mais próximo da massa de bauxita, em tonelada, que deixou de ser extraída da natureza em 2020 no Brasil?

- A $1,0 \times 10^4$ ton
- B $3,9 \times 10^5$ ton
- C $5,0 \times 10^5$ ton
- D $1,9 \times 10^6$ ton
- E $2,0 \times 10^7$ ton

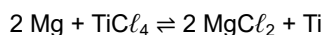
QUESTÃO 2

Enem 2024 - PPL

O titânio é encontrado na natureza em minerais, dos quais o rutilo (TiO_2) está presente na principal mina do Brasil, localizada no Rio Grande do Norte. Para obtenção do titânio metálico, o TiO_2 é submetido a duas operações industriais. A primeira consiste na cloração, produzindo tetracloreto de titânio, conforme a equação:



A segunda operação consiste na redução do tetracloreto de titânio, utilizando magnésio metálico:



Considere as massas molares: $Cl = 35,5 \text{ g mol}^{-1}$; $Ti = 48 \text{ g mol}^{-1}$.

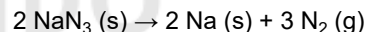
Qual a massa de gás cloro necessária para produzir 480 kg de titânio metálico?

- A 179 kg
- B 359 kg
- C 480 kg
- D 710 kg
- E 1 420 kg

QUESTÃO 3

Enem 2022 - PPL

Os airbags de segurança dos automóveis são acionados com o impacto, que envia um sinal elétrico para o dispositivo e inicia a reação explosiva do trinitreto de sódio (NaN_3), produzindo sódio metálico e nitrogênio molecular, conforme a equação:



O gás produzido tem função de inflar o airbag. Esse tipo de dispositivo contém, aproximadamente, 100 g de NaN_3 .

Considere: $PV = nRT$; $P = 1 \text{ atm}$; $T = 25^\circ C$; $R = 0,0821 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $0^\circ C = 273 \text{ K}$

Massas molares: $NaN_3 = 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $N_2 = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $Na = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

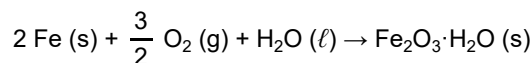
Nesse dispositivo, o volume de gás produzido, em litro, é

- A 4,7.
- B 9,4.
- C 18,8.
- D 56,5.
- E 113,0.

QUESTÃO 4

Enem 2021 - PPL

Um marceneiro esqueceu um pacote de pregos ao relento, expostos à umidade do ar e à chuva. Com isso, os pregos de ferro, que tinham a massa de 5,6 g cada, acabaram cobertos por uma camada espessa de ferrugem ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$), uma substância marrom insolúvel, produto da oxidação do ferro metálico, que ocorre segundo a equação química:



Considere as massas molares (g/mol): $H = 1$; $O = 16$; $Fe = 56$.

Qual foi a massa de ferrugem produzida ao se oxidar a metade (50%) de um prego?

- A 4,45 g
- B 8,90 g
- C 17,80 g
- D 72,00 g
- E 144,00 g

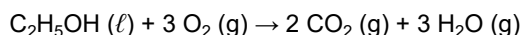
CIÊNCIAS DA NATUREZA - QUÍMICA

Lista de Exercícios (Modelo ENEM) | Mol e cálculos básicos

QUESTÃO 5

Enem 2020 - 1ª aplicação

O crescimento da frota de veículos em circulação no mundo tem levado à busca e desenvolvimento de tecnologias que permitam minimizar emissões de poluentes atmosféricos. O uso de veículos elétricos é uma das propostas mais propagandeadas por serem de emissão zero. Podemos comparar a emissão de carbono na forma de CO_2 (massa molar igual a 44 g mol^{-1}) para os dois tipos de carros (a combustão e elétrico). Considere que os veículos tradicionais a combustão, movidos a etanol (massa molar igual a 46 g mol^{-1}), emitem uma média de $2,6 \text{ mol}$ de CO_2 por quilômetro rodado, e os elétricos emitem o equivalente a $0,45 \text{ mol}$ de CO_2 por quilômetro rodado (considerando as emissões na geração e transmissão da eletricidade). A reação de combustão do etanol pode ser representada pela equação química:



Foram analisadas as emissões de CO_2 envolvidas em dois veículos, um movido a etanol e outro elétrico, em um mesmo trajeto de $1\,000 \text{ km}$.

CHIARADIA, C. A. Estudo da viabilidade da implantação de frotas de veículos elétricos e híbridos elétricos no atual cenário econômico, político, energético e ambiental brasileiro. Guaratinguetá: Unesp, 2015 (adaptado).

A quantidade equivalente de etanol economizada, em quilograma, com o uso do veículo elétrico nesse trajeto, é mais próxima de

- A 50.
- B 60.
- C 95.
- D 99.
- E 120.

QUESTÃO 6

Enem 2018 - PPL

As indústrias de cerâmica utilizam argila para produzir artefatos como tijolos e telhas. Uma amostra de argila contém 45% em massa de sílica (SiO_2) e 10% em massa de água (H_2O). Durante a secagem por aquecimento em uma estufa, somente a umidade é removida.

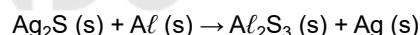
Após o processo de secagem, o teor de sílica na argila seca será de

- A 45%.
- B 50%.
- C 55%.
- D 90%.
- E 100%.

QUESTÃO 7

Enem 2018 - PPL

Objetos de prata sofrem escurecimento devido à sua reação com enxofre. Estes materiais recuperam seu brilho característico quando envoltos por papel alumínio e mergulhados em um recipiente contendo água quente e sal de cozinha. A reação não balanceada que ocorre é:



Dados da massa molar dos elementos (g mol^{-1}): $\text{Ag} = 108$; $\text{S} = 32$.

UCKO, D. A. Química para as ciências da saúde: uma introdução à química geral, orgânica e biológica. São Paulo: Manole, 1995 (adaptado).

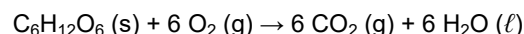
Utilizando o processo descrito, a massa de prata metálica que será regenerada na superfície de um objeto que contém $2,48 \text{ g}$ de Ag_2S é

- A 0,54 g
- B 1,08 g
- C 1,91 g
- D 2,16 g
- E 3,82 g

QUESTÃO 8

Enem 2018 - 1ª aplicação

Por meio de reações químicas que envolvem carboidratos, lipídeos e proteínas, nossas células obtêm energia e produzem gás carbônico e água. A oxidação da glicose no organismo humano libera energia, conforme ilustra a equação química, sendo que aproximadamente 40% dela é disponibilizada para atividade muscular.



$$\Delta_c H = -2\,800 \text{ kJ}$$

Considere as massas molares (em g mol^{-1}): $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$.

LIMA, L. M.; FRAGA, C. A. M.; BARREIRO, E. J. Química na saúde. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010 (adaptado).

Na oxidação de $1,0 \text{ grama}$ de glicose, a energia obtida para atividade muscular, em quilojoule, é mais próxima de

- A 6,2.
- B 15,6.
- C 70,0.
- D 622,2.
- E 1\,120,0.

CIÊNCIAS DA NATUREZA - QUÍMICA

Lista de Exercícios (Modelo ENEM) | Mol e cálculos básicos

QUESTÃO 9

Enem 2017 - PPL

Os combustíveis de origem fóssil, como o petróleo e o gás natural, geram um sério problema ambiental, devido à liberação de dióxido de carbono durante o processo de combustão. O quadro apresenta as massas molares e as reações de combustão não balanceadas de diferentes combustíveis.

Combustível	Massa molar (g/mol)	Reação de combustão (não balanceada)
Metano	16	$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Acetileno	26	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Etano	30	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Propano	44	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Butano	58	$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Considerando a combustão completa de 58 g de cada um dos combustíveis listados no quadro, a substância que emite mais CO_2 é o

- A etano.
- B butano.
- C metano.
- D propano.
- E acetileno.

QUESTÃO 10

Enem 2017 - PPL

No Brasil, os postos de combustíveis comercializavam uma gasolina com cerca de 22% de álcool anidro. Na queima de 1 litro desse combustível são liberados cerca de 2 kg de CO_2 na atmosfera. O plantio de árvores pode atenuar os efeitos dessa emissão de CO_2 . A quantidade de carbono fixada por uma árvore corresponde a aproximadamente 50% de sua biomassa seca, e para cada 12 g de carbono fixados, 44 g de CO_2 são retirados da atmosfera. No Brasil, o plantio de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) é bem difundido, sendo que após 11 anos essa árvore pode ter a massa de 106 kg, dos quais 29 kg são água.

Uma única árvore de *Eucalyptus grandis*, com as características descritas, é capaz de fixar a quantidade de CO_2 liberada na queima de um volume dessa gasolina mais próximo de

- A 19 L.
- B 39 L.
- C 71 L.
- D 97 L.
- E 141 L.

QUESTÃO 11

Enem 2016 - PPL

Climatério é o nome de um estágio no processo de amadurecimento de determinados frutos, caracterizado pelo aumento do nível da respiração celular e do gás etileno (C_2H_4). Como consequência, há o escurecimento do fruto, o que representa a perda de muitas toneladas de alimentos a cada ano.

É possível prolongar a vida de um fruto climatérico pela eliminação do etileno produzido. Na indústria, utiliza-se o permanganato de potássio (KMnO_4) para oxidar o etileno a etilenoglicol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), sendo o processo representado de forma simplificada na equação:



O processo de amadurecimento começa quando a concentração de etileno no ar está em cerca de 1,0 mg de C_2H_4 por kg de ar.

As massas molares dos elementos H, C, O, K e Mn são, respectivamente, iguais a 1 g/mol, 12 g/mol, 16 g/mol, 39 g/mol e 55 g/mol.

A fim de diminuir essas perdas, sem desperdício de reagentes, a massa mínima de KMnO_4 por kg de ar é mais próxima de

- A 0,7 mg.
- B 1,0 mg.
- C 3,8 mg.
- D 5,6 mg.
- E 8,5 mg.

CIÊNCIAS DA NATUREZA - QUÍMICA

Lista de Exercícios (Modelo ENEM) | Mol e cálculos básicos

QUESTÃO 12

Enem 2014 - PPL

A água potável precisa ser límpida, ou seja, não deve conter partículas em suspensão, tais como terra ou restos de plantas, comuns nas águas de rios e lagoas. A remoção das partículas é feita em estações de tratamento, onde Ca(OH)_2 em excesso e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ são adicionados em um tanque para formar sulfato de cálcio e hidróxido de alumínio. Esse último se forma como flocos gelatinosos insolúveis em água, que são capazes de agregar partículas em suspensão. Em uma estação de tratamento, cada 10 gramas de hidróxido de alumínio é capaz de carregar 2 gramas de partículas. Após decantação e filtração, a água límpida é tratada com cloro e distribuída para as residências. As massas molares dos elementos H, O, Al, S e Ca são, respectivamente, 1 g/mol, 16 g/mol, 27 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol.

Considerando que 1 000 litros da água de um rio possuem 45 gramas de partículas em suspensão, a quantidade mínima de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ que deve ser utilizada na estação de tratamento de água, capaz de tratar 3 000 litros de água de uma só vez, para garantir que todas as partículas em suspensão sejam precipitadas, é mais próxima de

- A 59 g.
- B 493 g.
- C 987 g.
- D 1 480 g.
- E 2 960 g.

RASCUNHO:

RASCUNHO:

CIÊNCIAS DA NATUREZA - QUÍMICA

Lista de Exercícios (Modelo ENEM) | Mol e cálculos básicos

RASCUNHO:

MOLECULANDO



MOLECULANDO



MOLECULANDO



GABARITO**QUESTÃO 1**

[D]

Alumínio reciclado (97,4% do total):

$$m_{Al} = 0,974 \times 4,0 \times 10^5 \text{ t} = 3,896 \times 10^5 \text{ t}$$

10 kg de Al : 50 kg de bauxita (proporção 1 : 5):

$$m_{bauxita} = 5 \times 3,896 \times 10^5 \text{ t} = 1,948 \times 10^6 \text{ t}$$

$$m_{bauxita} \approx 1,9 \times 10^6 \text{ ton}$$

QUESTÃO 2

[E]

$$n_{Ti} = \frac{480\,000 \text{ g}}{48 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 10\,000 \text{ mol}$$

2ª equação: 1 mol de $TiCl_4$: 1 mol de Ti

$$n_{TiCl_4} = 10\,000 \text{ mol}$$

1ª equação: 2 mol de Cl_2 : 1 mol de $TiCl_4$

$$n_{Cl_2} = 2 \times 10\,000 = 20\,000 \text{ mol}$$

$$M_{Cl_2} = 2 \times 35,5 = 71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{Cl_2} = 20\,000 \times 71 = 1\,420\,000 \text{ g} = 1\,420 \text{ kg}$$

QUESTÃO 3

[D]

$$n_{NaN_3} = \frac{100 \text{ g}}{65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 1,54 \text{ mol}$$

2 mol de NaN_3 : 3 mol de N_2 :

$$n_{N_2} = 1,5 \times 1,54 \approx 2,31 \text{ mol}$$

$$T = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{2,31 \times 0,0821 \times 298}{1} \approx 56,5 \text{ L}$$

QUESTÃO 4

[A]

Metade do prego: $m_{Fe} = 5,6 \div 2 = 2,8 \text{ g}$

$$n_{Fe} = \frac{2,8 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,05 \text{ mol}$$

2 mol de Fe : 1 mol de $Fe_2O_3 \cdot H_2O$

$$n_{ferrugem} = 0,025 \text{ mol}$$

$$M_{ferrugem} = 2 \times 56 + 3 \times 16 + 2 \times 1 = 112 + 48 + 18 = 178 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{ferrugem} = 0,025 \times 178 = 4,45 \text{ g}$$

QUESTÃO 5

[A]

Em 1 000 km:

combustão: $2,6 \times 1\,000 = 2\,600 \text{ mol de } CO_2$ elétrico: $0,45 \times 1\,000 = 450 \text{ mol de } CO_2$ CO_2 evitado: $2\,600 - 450 = 2\,150 \text{ mol}$ 1 mol de etanol : 2 mol de CO_2 , então:

$$n_{etanol} = \frac{2\,150}{2} = 1\,075 \text{ mol}$$

$$m_{etanol} = 1\,075 \times 46 = 49\,450 \text{ g} \approx 49,5 \text{ kg} \approx 50 \text{ kg}$$

QUESTÃO 6

[B]

Base de cálculo: 100 g de argila úmida.

 SiO_2 : 45 g; H_2O : 10 gApós a secagem, só a água sai: $m_{argila\,seca} = 100 - 10 = 90 \text{ g}$

$$\text{teor de } SiO_2 = \frac{45 \text{ g}}{90 \text{ g}} \times 100\% = 50\%$$

QUESTÃO 7

[D]

Equação balanceada: $3 Ag_2S + 2 Al \rightarrow Al_2S_3 + 6 Ag$

$$M_{Ag_2S} = 2 \times 108 + 32 = 248 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{Ag_2S} = \frac{2,48 \text{ g}}{248 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,01 \text{ mol}$$

3 mol de Ag_2S : 6 mol de Ag, então $n_{Ag} = 0,02 \text{ mol}$

$$m_{Ag} = 0,02 \times 108 = 2,16 \text{ g}$$

QUESTÃO 8

[A]

$$M_{C_6H_{12}O_6} = 6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n = \frac{1,0 \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0,0056 \text{ mol}$$

Energia liberada: $0,0056 \times 2\,800 \approx 15,6 \text{ kJ}$

Disponível para a atividade muscular (40%):

$$E = 0,40 \times 15,6 \approx 6,2 \text{ kJ}$$

QUESTÃO 9

[E]

Cada mol do combustível produz tantos mol de CO_2 quantos átomos de C tem a molécula.

$$n_{\text{CO}_2} = n_{\text{C na molécula}} \times \frac{58 \text{ g}}{M}$$

$$\text{metano: } 1 \times \frac{58}{16} \approx 3,6 \text{ mol}$$

$$\text{acetileno: } 2 \times \frac{58}{26} \approx 4,5 \text{ mol}$$

$$\text{etano: } 2 \times \frac{58}{30} \approx 3,9 \text{ mol}$$

$$\text{propano: } 3 \times \frac{58}{44} \approx 4,0 \text{ mol}$$

$$\text{butano: } 4 \times \frac{58}{58} = 4,0 \text{ mol}$$

Maior emissão: acetileno.

QUESTÃO 10

[C]

Biomassa seca: $106 - 29 = 77 \text{ kg}$

Carbono fixado (50%): $0,50 \times 77 = 38,5 \text{ kg}$

12 g de C : 44 g de CO_2 :

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{38,5 \times 44}{12} \approx 141 \text{ kg}$$

1 L de gasolina libera 2 kg de CO_2 :

$$V = \frac{141 \text{ kg}}{2 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 71 \text{ L}$$

QUESTÃO 11

[C]

$$M_{\text{C}_2\text{H}_4} = 2 \times 12 + 4 \times 1 = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{KMnO}_4} = 39 + 55 + 4 \times 16 = 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$2 \text{ KMnO}_4 : 3 \text{ C}_2\text{H}_4 : 2 \times 158 \text{ g} : 3 \times 28 \text{ g}$$

$$m_{\text{KMnO}_4} = \frac{316 \times 1,0 \text{ mg}}{84} \approx 3,8 \text{ mg}$$

QUESTÃO 12

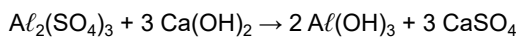
[D]

Partículas em 3 000 L: $3 \times 45 = 135 \text{ g}$

10 g de $\text{Al}(\text{OH})_3$: 2 g de partículas:

$$m_{\text{Al}(\text{OH})_3} = \frac{135 \times 10}{2} = 675 \text{ g}$$

$$M_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 27 + 3 \times 17 = 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, \text{ então } n = \frac{675}{78} \approx 8,65 \text{ mol}$$



1 mol de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: 2 mol de $\text{Al}(\text{OH})_3$: $n = 4,33 \text{ mol}$

$$M_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 2 \times 27 + 3 \times 96 = 342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m = 4,33 \times 342 \approx 1\,480 \text{ g}$$