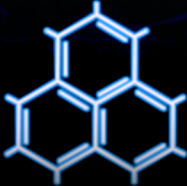


SEMANA

# FERAS DO ENEM



COMO O ENEM   
COBRA FÍSICA E  
QUÍMICA DE FORMA  
INTERDISCIPLINAR?

# COMO O ENEM COBRA FÍSICA E QUÍMICA INTERDISCIPLINAR? TERMOLOGIA E TERMOQUÍMICA



Física e Química: as matérias mais amadas pelos alunos... só que não!

Sabendo de como é a relação super saudável dos vestibulandos com essas ciências, tentamos aqui facilitar um pouco a sua vida: preparamos um super material para explicar direitinho como essas duas ciências se relacionam, e como estão em contato com tudo à nossa volta! Ah, e claro, porque o ENEM vai querer que você saiba disso.

No fundo, física e química são a mesma coisa: a química pegou as leis da física e aplicou na forma como os átomos interagem, formando ligações químicas e interações intermoleculares, que dão forma à toda matéria que conhecemos. Por isso, é mais do que esperado que elas andem sempre juntas!

A forma mais legal (e mais recorrente no ENEM...) que elas aparecem juntas está relacionada com as transformações de **energia** - mais especificamente, com o que acontece

em carros e motores. Por isso, aperte os cintos, porque vamos começar a nossa viagem pelo estudo da Termologia e da Termoquímica!

## TERMOLOGIA E TERMOQUÍMICA

Você sabia que todos os processos - ou melhor, **tudo** que acontece à nossa volta envolve transformação ou transferência de energia? É isso mesmo! Simplesmente tudo que fazemos, ou o que acontece no espaço ou na natureza, seja com objetos orgânicos e inorgânicos, possui uma certa quantidade de energia envolvida, sendo ela trocada ou transformada.

A forma mais fácil de imaginarmos essas trocas energéticas é na forma de calor. Lá vai o exemplo mais clássico: cozinhar! Para que o alimento seja cozido, uma chama é necessária. Essa chama aquece a panela, que por sua vez aquece o alimento, que então é cozido. Viu como o calor foi transferido, transformando o alimento?



Na química, o estudo dos processos de troca de calor se chama **termoquímica**. Claro que fazemos isso a nível molecular! Por isso, tratamos do calor envolvido nas reações, que são processos químicos, e mudanças de fase, que são processos físicos.

Na física, o foco é em estudar o calor em si e seus efeitos sobre a matéria. Esta área da física é chamada de **termologia**.

E claro, uma tem tudo a ver com a outra! O ENEM costuma trabalhar bastante a termoquímica e a termologia em conjunto, na aplicação mais comum de todas: os carros.

Mas pera aí, o que uma coisa tem a ver com a outra?

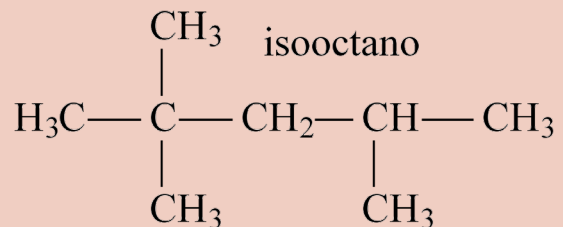
Na física, definimos motores como instrumentos que convertem outras formas de energia em energia mecânica, geralmente com o objetivo de movimentar um veículo ou máquina.

Neste caso, sabemos muito bem a função do motor no carro, e também sabemos o que alimenta o motor: o combustível. Então, indiretamente, é a energia do combustível que se transforma em energia mecânica para que o carro se movimente! Mas como isso acontece?

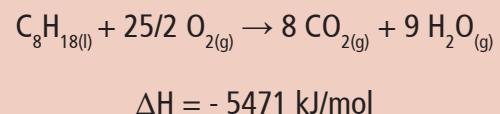
Primeiro, precisamos entender o que é um combustível: "Combustível" é toda substância capaz de sofrer combustão - ou seja, queima. A combustão é uma reação química que acontece entre o combustível (dã) e o oxigênio do ar ( $O_2$ ),

que tem como produtos gás carbônico ( $CO_2$ ), água ( $H_2O$ ), luz, e claro, muito calor!

O combustível mais clássico, no caso dos carros, é a gasolina. Ela é um hidrocarboneto - compostos constituídos apenas de Carbono e Hidrogênio -, chamado de **isooctano** ( $C_8H_{18}$ ).



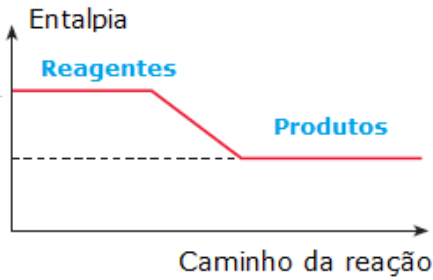
Claro que outras coisas podem ser combustíveis, como a madeira e o etanol, também muito comuns no nosso cotidiano. Mas vamos dar uma olhada então nessa tal reação de combustão do octano:



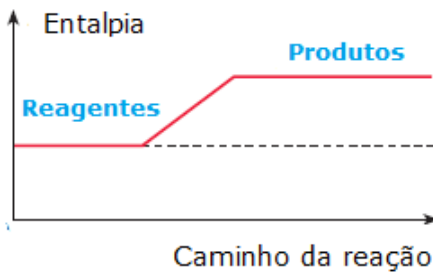
Esse  $\Delta H$  ao final da reação representa a variação de entalpia, ou de energia, dessa reação! Como se trata de uma variação (energia dos produtos - energia dos reagentes), ela pode ser tanto positiva ou negativa, indicando que os produtos têm muito menos energia que os reagentes. Mas pra onde foi diferença de energia? Liberada principalmente na forma de calor!

As variações de entalpia dos processos costumam ser o foco do estudo da termoquímica. Quando a entalpia é negativa, a energia foi liberada para o meio, e dizemos que a reação é **exotérmica**. Quando a entalpia é positiva, a energia foi absorvida do meio, e dizemos que a reação é **endotérmica**.

**Reação exotérmica**



**Reação endotérmica**

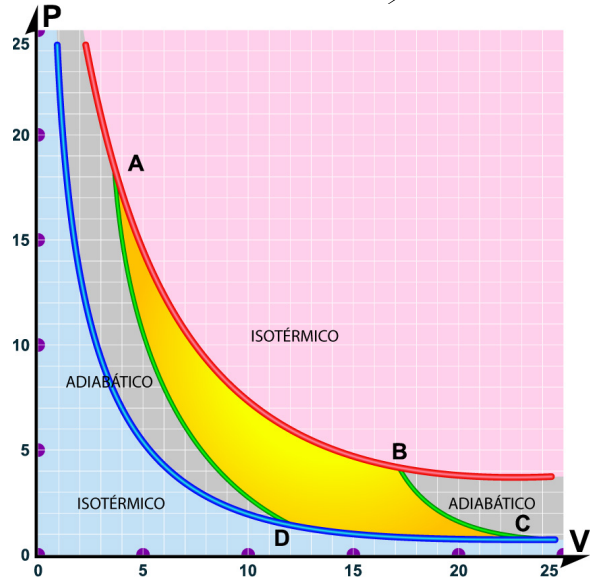


É por isso, então, que a combustão da gasolina libera tanto calor! Além, de claro, outros produtos, como os gases  $\text{CO}_2$  e água gasosa, que têm um papel fundamental no funcionamento do motor. Mas antes de prosseguirmos com os combustíveis, vamos entender um pouco melhor como essa máquina funciona.

Todos os motores que produzem energia mecânica a partir de calor funcionam a partir de algum ciclo termodinâmico. Definimos como ciclo termodinâmico uma sequência repetitiva de transformações físicas que tem como objetivo final produzir trabalho.

O ciclo de Carnot, ou ciclo ideal, é o que mais famoso na física. Ele representa o funcionamento teórico de uma máquina térmica, ou seja, ele seria o motor mais eficiente que pode ser criado. Entretanto, ainda não foi possível desenvolver um motor real baseado nesse ciclo.

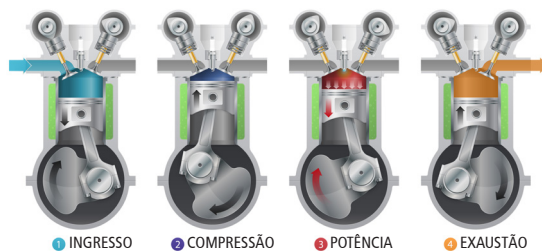
Como podemos observar no esquema abaixo, o ciclo de Carnot é composto por duas transformações isotérmicas (onde não existe variação de temperatura) e duas adiabáticas (onde não ocorre nenhuma troca de calor).



O ciclo utilizado em motores de automóveis é o ciclo de Otto. Nesse ciclo o calor é proveniente, então, de uma reação de combustão! Uma faísca provoca a ignição e os gases produzidos pela combustão ( $\text{CO}_2$  e água) realizam o trabalho que move os pistões.

A eficiência de motores baseados nesse ciclo depende das propriedades do fluido combustível utilizado, principalmente de seu calor latente de evaporação e de sua energia interna, relacionada com sua composição química.

O motor de Otto é um exemplo dos famosos motores de 4 tempos. O funcionamento deste está apresentado no diagrama abaixo:



**No primeiro Tempo ou Admissão:** Nessa fase do ciclo, a válvula de admissão está fechada. Porém, a válvula de entrada está aberta e é através desta que o motor recebe uma mistura de ar e combustível. Esse processo ocorre de forma isobárica (a pressão se mantém constante).



# EXERCÍCIOS

1. (ENEM 2018) O carro flex é uma realidade no Brasil. Estes veículos estão equipados com motor que tem a capacidade de funcionar com mais de um tipo de combustível. No entanto, as pessoas que têm esse tipo de veículo, na hora do abastecimento, têm sempre a dúvida: álcool ou gasolina? Para avaliar o consumo desses combustíveis, realizou-se um percurso com um veículo flex, consumindo 40 litros de gasolina e no percurso de volta utilizou-se etanol. Foi considerado o mesmo consumo de energia tanto no percurso de ida quanto no de volta.

O quadro resume alguns dados aproximados sobre esses combustíveis.

Combustível	Densidade (g mL <sup>-1</sup> )	Calor de combustão (kcal g <sup>-1</sup> )
Etanol	0,8	-6
Gasolina	0,7	-10

O volume de etanol combustível, em litro, consumido no percurso de volta é mais próximo de

- A- 27.
- B- 32.
- C- 37.
- D- 58.
- E- 67.

2. (ENEM PPL 2016) Para comparar a eficiência de diferentes combustíveis, costuma-se determinar a quantidade de calor liberada na combustão por mol ou grama de combustível. O quadro mostra o valor de energia liberada na combustão completa de alguns combustíveis.

Combustível	$\Delta H_c^\circ$ a 25 °C (kJ/mol)
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	-286
Etanol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	-1388
Metano (CH <sub>4</sub> )	-890
Metanol (CH <sub>3</sub> OH)	-726
Octano (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> )	-5471

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

ATKINS, P. Princípios de química. Porto Alegre: Bookman, 2007 (adaptado).

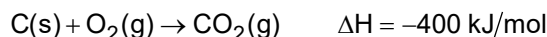
Qual combustível apresenta maior liberação de energia por grama?

- A- Hidrogênio.

- B- Etanol.
- C- Metano.
- D- Metanol.
- E- Octano.

3. (ENEM PPL 2015) O urânio é um elemento cujos átomos contêm 92 prótons, 92 elétrons e entre 135 e 148 nêutrons. O isótopo de urânio <sup>235</sup>U é utilizado como combustível em usinas nucleares, onde, ao ser bombardeado por nêutrons, sofre fissão de seu núcleo e libera uma grande quantidade de energia (2,35 x 10<sup>10</sup> kJ/mol). O isótopo <sup>235</sup>U ocorre naturalmente em minérios de urânio, com concentração de apenas 0,7%. Para ser utilizado na geração de energia nuclear, o minério é submetido a um processo de enriquecimento, visando aumentar a concentração do isótopo <sup>235</sup>U para, aproximadamente, 3% nas pastilhas. Em décadas anteriores, houve um movimento mundial para aumentar a geração de energia nuclear buscando substituir, parcialmente, a geração de energia elétrica a partir da queima do carvão, o que diminui a emissão atmosférica de CO<sub>2</sub> (gás com massa molar igual a 44 g/mol).

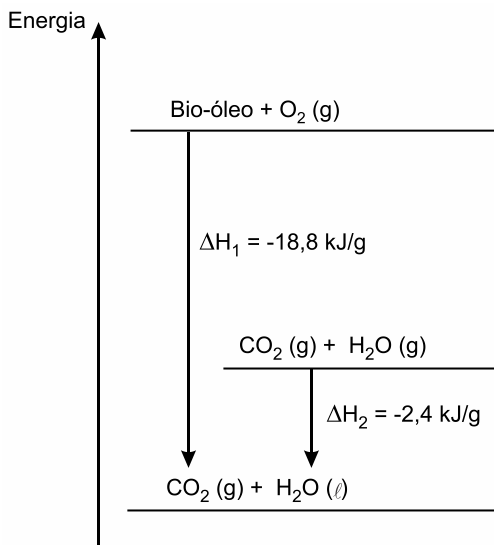
A queima do carvão é representada pela equação química:



Qual é a massa de CO<sub>2</sub> em toneladas, que deixa de ser liberada na atmosfera, para cada 100g de pastilhas de urânio enriquecido utilizadas em substituição ao carvão como fonte de energia?

- A- 2,10
- B- 7,70
- C- 9,00
- D- 33,0
- E- 300

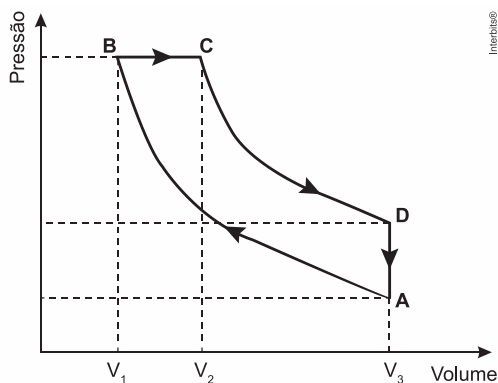
4. (ENEM 2015) O aproveitamento de resíduos florestais vem se tornando cada dia mais atrativo, pois eles são uma fonte renovável de energia. A figura representa a queima de um bio-óleo extraído do resíduo de madeira, sendo  $\Delta H_1$  a variação de entalpia devido à queima de 1g desse bio-óleo, resultando em gás carbônico e água líquida, e  $\Delta H_2$  a variação de entalpia envolvida na conversão de 1g de água no estado gasoso para o estado líquido.



A variação de entalpia, em kJ, para a queima de 5 g desse bio-óleo resultando em  $\text{CO}_2$  (gasoso) e  $\text{H}_2\text{O}$  (gasoso) é:

- A- -106.
- B- -94.
- C- -82.
- D- -21,2.
- E- -16,4.

5. (ENEM PPL 2017) Rudolph Diesel patenteou um motor a combustão interna de elevada eficiência, cujo ciclo está esquematizado no diagrama pressão x volume. O ciclo Diesel é composto por quatro etapas, duas das quais são transformações adiabáticas. O motor de Diesel é caracterizado pela compressão de ar apenas, com a injeção de combustível no final.



No ciclo Diesel, o calor é absorvido em:

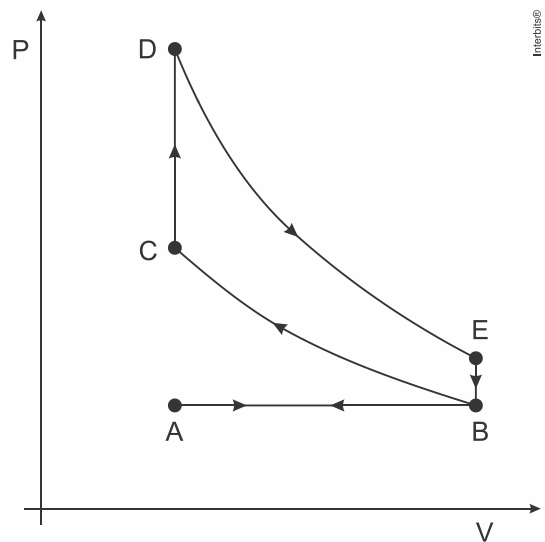
- A-  $A \rightarrow B$  e  $C \rightarrow D$ , pois em ambos ocorre realização de trabalho.
- B-  $A \rightarrow B$  e  $B \rightarrow C$ , pois em ambos ocorre elevação da temperatura.
- C-  $C \rightarrow D$ , pois representa uma expansão adiabática e o sistema realiza trabalho.
- D-  $A \rightarrow B$ , pois representa uma compressão adiabática em que ocorre elevação de temperatura.
- E-  $B \rightarrow C$ , pois representa expansão isobárica em que o sistema realiza trabalho e a temperatura se eleva.

6. (Enem 2ª aplicação 2016) Até 1824 acreditava-se que as máquinas térmicas, cujos exemplos são as máquinas a vapor e os atuais motores a combustão, poderiam ter um funcionamento ideal. Sadi Carnot demonstrou a impossibilidade de uma máquina térmica, funcionando em ciclos entre duas fontes térmicas (uma quente e outra fria), obter 100% de rendimento.

Tal limitação ocorre porque essas máquinas

- A- realizam trabalho mecânico.
- B- produzem aumento da entropia.
- C- utilizam transformações adiabáticas.
- D- contrariam a lei da conservação de energia.
- E- funcionam com temperatura igual à da fonte quente.

7. (ENEM 2ª APLICAÇÃO 2016) O motor de combustão interna, utilizado no transporte de pessoas e cargas, é uma máquina térmica cujo ciclo consiste em quatro etapas: admissão, compressão, explosão/expansão e escape. Essas etapas estão representadas no diagrama da pressão em função do volume. Nos motores a gasolina, a mistura ar/combustível entra em combustão por uma centelha elétrica.



Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

- A- A
- B- B
- C- C
- D- D
- E- E

8. (ENEM PPL 2013) É comum nos referirmos a dias quentes como dias "de calor". Muitas vezes ouvimos expressões como "hoje está calor" ou "hoje o calor está muito forte" quando a temperatura ambiente está alta. No contexto científico, é correto o significado de "calor" usado nessas expressões?

- A-** Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.  
**B-** Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.  
**C-** Não, pois calor é energia térmica em trânsito.  
**D-** Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.  
**E-** Não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes.

**9.** (ENEM 2012) Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores à combustão e reduzir suas emissões de poluentes são a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: [www.inovacaotecnologica.com.br](http://www.inovacaotecnologica.com.br). Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante

- A-** o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.  
**B-** um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.

- C-** o funcionamento cíclico de todos os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.  
**D-** as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.  
**E-** a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

**10.** (ENEM 2011) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

- A-** liberação de calor dentro do motor ser impossível.  
**B-** realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.  
**C-** conversão integral de calor em trabalho ser impossível.  
**D-** transformação de energia térmica em cinética ser impossível.  
**E-** utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

## ANOTAÇÕES

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



## COMO O ENEM COBRA FÍSICA E QUÍMICA INTERDISCIPLINAR?

1- [D]

Para o percurso no qual foi utilizada a gasolina, vem:

$$d_{\text{gasolina}} = 0,7 \text{ g/mL} = 700 \text{ g/L}$$

$$1 \text{ L} \text{ ————— } 700 \text{ g de gasolina}$$

$$40 \text{ L} \text{ ————— } 40 \times 700 \text{ g de gasolina}$$

$$m_{\text{gasolina utilizado no percurso}} = 28.000 \text{ g}$$

$$\text{Calor de combustão da gasolina} = -10 \text{ kcal/g}$$

$$\text{Energia (gasolina)} = 28.000 \times (-10 \text{ kcal}) = -280.000 \text{ kcal}$$

Considerando-se a mesma liberação de energia pelo etanol, vem:

$$\text{Energia (etanol)} = -280.000 \text{ kcal}$$

$$\text{Calor de combustão do etanol} = -6 \text{ kcal/g}$$

$$1 \text{ g de etanol} \text{ ————— } -6 \text{ kcal}$$

$$m_{\text{etanol}} \text{ ————— } -280.000 \text{ kcal}$$

$$m_{\text{etanol}} = \frac{1 \text{ g} \times (-280.000 \text{ kcal})}{(-6 \text{ kcal})}$$

$$m_{\text{etanol}} = \left( \frac{280.000}{6} \right) \text{ g}$$

$$d_{\text{etanol}} = 0,8 \text{ g/mL} = 800 \text{ g/L}$$

$$1 \text{ L} \text{ ————— } 800 \text{ g de etanol}$$

$$V_{\text{etanol}} \text{ ————— } \left( \frac{280.000}{6} \right) \text{ de etanol}$$

$$V_{\text{etanol}} = \frac{1 \text{ L} \times \left( \frac{280.000}{6} \right)}{800}$$

$$V_{\text{etanol}} = 58,33 \text{ L} \approx 58 \text{ L}$$

2- [A]

O hidrogênio apresenta maior liberação de energia por grama (143 kJ liberados).

Para o hidrogênio ( $H_2 = 2$ ):

$$\frac{286 \text{ kJ (liberados)}}{2 \text{ g}} = \frac{143 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

Para o etanol ( $C_2H_5OH = 46$ ):

$$\frac{1368 \text{ kJ (liberados)}}{46 \text{ g}} = \frac{29,739 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

Para o metano ( $CH_4 = 16$ ):

$$\frac{890 \text{ kJ (liberados)}}{16 \text{ g}} = \frac{55,625 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

Para o metanol ( $CH_3O = 31$ ):

$$\frac{726 \text{ kJ (liberados)}}{31 \text{ g}} = \frac{23,419 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

Para o octano ( $C_8H_{18} = 114$ ):

$$\frac{5471 \text{ kJ (liberados)}}{114 \text{ g}} = \frac{47,991 \text{ kJ (liberados)}}{1 \text{ g}}$$

3- [D]

100 g de pastilhas de urânio têm 3% de U-235.

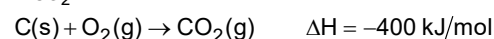
$$m_{U-235} = 0,03 \times 100 \text{ g} = 3,0 \text{ g}$$

$$235 \text{ g de U-235} \text{ ————— } 2,35 \times 10^{10} \text{ kJ}$$

$$3,0 \text{ g de U-235} \text{ ————— } E$$

$$E = 3,0 \times 10^8 \text{ kJ}$$

$$M_{CO_2} = 44 \text{ g/mol}$$



$$44 \text{ g} \text{ ————— } 400 \text{ kJ liberados}$$

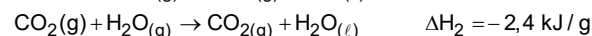
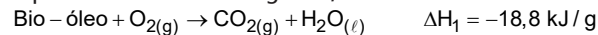
$$m_{CO_2} \text{ ————— } 3,0 \times 10^8 \text{ kJ liberados}$$

$$m_{CO_2} = 0,33 \times 10^8 \text{ g} = 33,0 \times 10^6 \text{ g}$$

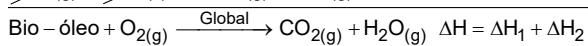
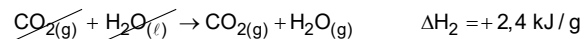
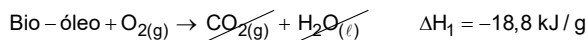
$$m_{CO_2} = 33,0 \text{ t}$$

4- [C]

A partir da análise do diagrama, vem:



Invertendo a segunda equação e aplicando a Lei de Hess, teremos:



$$\Delta H = -18,8 + 2,4 = -16,4 \text{ kJ/g}$$

$$1 \text{ g} \text{ ————— } -16,4 \text{ kJ (liberados)}$$

$$5 \text{ g} \text{ ————— } \underbrace{5 \times (-16,4) \text{ kJ}}_{-82,0 \text{ kJ}} \text{ (liberados)}$$

$$\text{Variação de entalpia} = -82,0 \text{ kJ}$$

5- [E]

As transformações AB e CD são adiabáticas. Logo, não há troca de calor.

A transformação DA é um resfriamento isométrico. Logo, o gás perde calor.

Na transformação BC o gás realiza trabalho e aquece. Isso somente é possível porque o gás absorve calor.

6- [B]

As transformações ocorridas nas máquinas térmicas a vapor são irreversíveis, produzindo aumento da entropia.

7- [C]

Quando é produzida a centelha, o gás explode, sofrendo violento aumento de pressão a volume constante. Isso ocorre no ponto C.

8- [C]

O calor é apenas o fluxo de energia térmica que ocorre entre dois corpos que estão a diferentes temperaturas.

9- [B]

A segunda lei da Termodinâmica afirma: "É impossível uma máquina Térmica, operando em ciclos, transformar integralmente calor em trabalho".

Em termos de cálculo, ela pode ser traduzida pela expressão do ciclo de Carnot, que dá o máximo rendimento ( $\zeta$ ) possível para uma máquina térmica operando em ciclos entre uma fonte quente e uma fonte fria, respectivamente, a temperaturas absolutas T1 e T2:

$$\zeta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Para transformar integralmente calor em trabalho, o rendimento teria que ser igual  $\zeta = 1$ .

Nesse caso:

$$1 = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 0 \Rightarrow T_2 = 0 \text{ K.}$$

Ou seja, temperatura da fonte fria deveria ser zero absoluto, o que é um absurdo.

10- [C]

De acordo com a segunda lei da termodinâmica. "É impossível uma máquina térmica, operando em ciclos, converter integralmente calor em trabalho.

## ANOTAÇÕES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


# Extensivo de Maio

Venha ser uma FERA DO ENEM  
e estude os conteúdos de  
Ciências da Natureza mais  
cobrados na prova.


[CONHEÇA O CURSO](#)




# Biologia *total*


 contato@biologiatotal.com.br

 /biologiajubilit

 Biologia Total com Prof. Jubilit

 @biologiatotaloficial

 @paulojubilit

 @Prof\_jubilit

 biologiajubilit

 +biologiatotalbrjubilit