

# PETROBRAS

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR

## TERMODINÂMICA

QUESTÕES RESOLVIDAS PASSO A PASSO



PRODUZIDO POR EXATAS CONCURSOS  
[www.exatas.com.br](http://www.exatas.com.br)

# RESUMÃO

## GRANDEZAS E UNIDADES (S.I.)

$P$ : Pressão [Pa];  $V$ : Volume [ $\text{m}^3$ ];  $T$ : Temperatura [K];  $Q$ : Calor (energia) [J];  $U$ : Energia Interna [J];  $W$ : Trabalho [J]; Entalpia [J];  $n$ : Número de Mols [mols];  $R$ : Constante Universal dos Gases Ideais [J/mols K];

## CONCEITOS

Processo **Isotérmico** (temperatura constante); **Isobárico** (pressão constante); **Isocórico/Isovolúmico** (volume constante); **Adiabático** (isolado, sem troca de calor).

## LEI ZERO DA TERMODINÂMICA

“Se dois corpos  $A$  e  $B$  estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo  $C$ , então  $A$  e  $B$  estão em equilíbrio térmico entre si.”

## PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

$$\Delta U = Q - W$$

Sendo  $\Delta U$  a variação da energia interna,  $Q$  o calor recebido e  $W$  o trabalho realizado **pelo** sistema. Se for realizado trabalho **sobre** o sistema,  $W$  inverte seu sinal.

## SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

“A quantidade de **entropia** de qualquer sistema isolado termodinamicamente tende a crescer com o tempo.”

Sendo entropia uma grandeza termodinâmica que mensura o grau de irreversibilidade de um sistema.

## ENTALPIA

A entalpia ( $H$ ) representa a máxima energia de um sistema termodinâmico, dada por:

$$H = U + PV$$

Sendo  $U$  a energia interna,  $P$  a pressão e  $V$  o volume do sistema.

## GRÁFICOS $P \times V$

Em um gráfico  $P \times V$ , a área abaixo da curva é numericamente igual ao trabalho realizado pelo sistema.



Se  
mos

( $\Delta V < 0$ ) representa um trabalho negativo, realizado sobre o gás.

Em gráficos  $P \times V$  cíclicos, o trabalho realizado é igual à área interna do ciclo, sendo positivo no sentido horário e negativo se for anti-horário.

## CICLO DE CARNOT

Ciclo composto de duas transformações isotérmicas (1-2 e 3-4) e duas adiabáticas (2-3 e 4-1).



AMOSTRA

# ÍNDICE DE QUESTÕES

---

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2017.1

Q21 (pág. 1) Q43 (pág. 2) Q44 (pág. 3) Q47 (pág. 4) Q50 (pág. 5)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2014.2

Q44 (pág. 7) Q45 (pág. 8) Q46 (pág. 11) Q49 (pág. 6) Q50 (pág. 9)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2014.1

Q41 (pág. 12) Q42 (pág. 13) Q43 (pág. 17) Q46 (pág. 14) Q47 (pág. 15)  
Q48 (pág. 16)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2013.1

Q23 (pág. 37) Q45 (pág. 38) Q46 (pág. 36)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2012.1

Q43 (pág. 38) Q44 (pág. 39) Q45 (pág. 40) Q46 (pág. 42)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2011.1

Q43 (pág. 41) Q44 (pág. 43) Q46 (pág. 44) Q48 (pág. 44) Q50 (pág. 45)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2010.2

Q43 (pág. 46) Q44 (pág. 46) Q45 (pág. 47) Q47 (pág. 48) Q48 (pág. 49)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2010.MAIO

Q33 (pág. 50) Q34 (pág. 52) Q41 (pág. 51) Q42 (pág. 53)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2010.MARÇO

Q29 (pág. 53) Q31 (pág. 51) Q32 (pág. 54) Q37 (pág. 55) Q38 (pág. 57)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2008.2

Q35 (pág. 56) Q39 (pág. 57) Q40 (pág. 58) Q41 (pág. 58) Q43 (pág. 59)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TRANSPETRO 2012.2

Q48 (pág. 60) Q49 (pág. 61) Q50 (pág. 62)

## TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TRANSPETRO 2011.3

Q21 (pág. 63) Q22 (pág. 64) Q28 (pág. 65) Q31 (pág. 66)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TRANSPETRO 2008.2

Q26 (pág. 65) Q33 (pág. 67)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TERMORIO/TERMOMACAÉ/TERMOCEARÁ 2009.1

Q30 (pág. 35) Q34 (pág. 36)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - TERMOBAHIA 2012.1

Q25 (pág. 26) Q26 (pág. 27) Q29 (pág. 30) Q30 (pág. 28) Q34 (pág. 29)  
Q37 (pág. 33) Q38 (pág. 23) Q39 (pág. 31) Q43 (pág. 32) Q47 (pág. 33)  
Q50 (pág. 34)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS BIOCOMBUSTÍVEL 2010.JUNHO

Q28 (pág. 25)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - BR DISTRIBUIDORA 2008.1

Q36 (pág. 20) Q38 (pág. 24)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - BR DISTRIBUIDORA 2010.JANEIRO

Q30 (pág. 20) Q36 (pág. 22)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - BR DISTRIBUIDORA 2010.ABRIL

Q36 (pág. 19) Q40 (pág. 22)

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - BR DISTRIBUIDORA 2011.1

Q28 (pág. 18)

QUESTÕES RESOLVIDAS NESTA APOSTILA: 77

## QUESTÃO 1

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - PETROBRAS 2017.1

Um vaso de 3 m<sup>3</sup> contendo uma mistura de hidrocarbonetos, hermeticamente fechado, opera inicialmente a 3 x 10<sup>5</sup> Pa. Sem haver entrada ou saída de material, o vaso sofre uma remoção de calor de 895 kJ, mediante um sistema de resfriamento, tendo sua pressão reduzida para 2,8 x 10<sup>5</sup> Pa.

Nessa condição, a variação da entalpia do vaso, em kJ, foi de

- (A) -821 (D) -951  
(B) -835 (E) -955  
(C) -895

## RESOLUÇÃO

Uma vez que o vaso opera a volume constante e não há nem entrada nem saída de material, todo o calor trocado é energia interna. Da primeira lei da termodinâmica temos que a energia interna de um sistema é dada por:

$$\Delta U = Q - W$$

Onde  $Q$  é o calor recebido e  $W$  é o trabalho realizado pelo sistema. Como não temos trabalho realizado, o termo  $W$  é igual a zero. Assim:

$$\Delta U = Q$$

O enunciado fala que houve remoção de calor, logo o sinal de  $Q$  é negativo. Portanto temos:

$$\Delta U = -895 \text{ kJ}$$

Sabemos que a variação da entalpia ( $\Delta H$ ) é dada por:

$$\Delta H = \Delta U + V\Delta P$$

Onde  $V$  é o volume e  $\Delta P$  a variação de pressão do sistema. Como  $\Delta P$  é dado pela diferença entre a pressão inicial ( $P_i$ ) e a final do sistema ( $P_f$ ):

$$\Delta H = \Delta U + V(P_f - P_i)$$

Como a multiplicação entre o volume ( $V$ ) e a variação de pressão ( $\Delta P$ ) resultará em Joules (J), devemos multiplicar o resultado deste produto por 10<sup>-3</sup>, resultando assim em kilojoules (kJ):

$$\Delta H = \Delta U + V(P_f - P_i) \times 10^{-3}$$

$$\Delta H = -895 + 3 \times (2,8 \times 10^5 - 3 \times 10^5) \times 10^{-3}$$

$$\Delta H = -895 - 0,6 \times 10^5 \times 10^{-3}$$

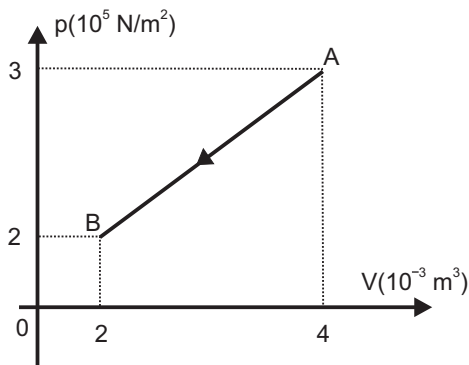
$$\Delta H = -895 - 60$$

$$\Delta H = -955 \text{ kJ}$$

ALTERNATIVA (E)

## QUESTÃO 24

TÉCNICO(A) DE OPERAÇÃO JÚNIOR - BR DISTRIBUIDORA 2008.1



Numa transformação termodinâmica, certa quantidade de um gás ideal sofre a transformação  $A \rightarrow B$ , como indicado no gráfico acima. Sabendo-se que, durante o processo, a energia interna do gás diminuiu 200 J, o trabalho realizado e a quantidade de calor trocada têm módulos, em J, respectivamente, iguais a:

- (A) 1.000 e 700  
 (B) 700 e 500  
 (C) 700 e 300  
 (D) 500 e 700  
 (E) 300 e 500

## RESOLUÇÃO

O módulo do trabalho realizado pela transformação de um gás ideal pode ser calculado através da área formada abaixo da curva  $P \times V$ , como no caso desta questão, onde temos a variação do volume no eixo x (em  $10^{-3} \text{ m}^3$ ), e a pressão no eixo y (em  $10^5 \text{ N/m}^2$ ).

Como a área formada abaixo da curva é um trapézio, calcula-se facilmente:

$$|W| = \frac{(B + b) h}{2}$$

$$|W| = \frac{(3 \times 10^5 + 2 \times 10^5) \times (4 - 2) \times 10^{-3}}{2}$$

$$|W| = \frac{10 \times 10^2}{2}$$

$$|W| = \frac{1000}{2} = 500 \text{ J}$$

Analisando o gráfico vemos que o volume diminui (compressão), logo houve realização de trabalho sobre o sistema, portanto o trabalho é negativo ( $W = -500 \text{ J}$ ).

Agora para o cálculo da quantidade de calor, o candidato deve recordar da Primeira Lei da Termodinâmica:

$$\Delta U = Q - W$$

Onde  $\Delta U$  é a variação da energia interna,  $W$  é o trabalho realizado pelo gás e  $Q$  é a quantidade de calor recebida, todos expressos em Joules.

Como houve uma diminuição de 200 J na energia interna, temos:  $\Delta U = -200 \text{ J}$ . Obedecendo também o sinal do trabalho (negativo) podemos então aplicar a lei:

$$Q = \Delta U + W$$

$$Q = -200 - 500$$

$$Q = -700 \text{ J}$$

Ou seja, foram **perdidos** 700 J de calor nessa transformação.

ALTERNATIVA (D)