

COM BASE NO EDITAL Nº 4 - TRANSPETRO/PSP/TERRA/NÍVEL SUPERIOR 2026.4, DE 11/08/2026



TRANSPETRO

PETROBRAS TRANSPORTE S.A

ENGENHARIA MECÂNICA

- ▶ Língua Portuguesa
- ▶ Língua inglesa
- ▶ Conhecimentos Específicos



BÔNUS
CURSO ON-LINE

- PORTUGUÊS
- INFORMÁTICA



AVISO IMPORTANTE: **Este é um Material de Demonstração**

Este arquivo representa uma prévia exclusiva da apostila.

Aqui, você poderá conferir algumas páginas selecionadas para conhecer de perto a qualidade, o formato e a proposta pedagógica do nosso conteúdo. Lembramos que este não é o material completo.



POR QUE INVESTIR NA APOSTILA COMPLETA?



- × Conteúdo totalmente alinhado ao edital.
- × Teoria clara, objetiva e sempre atualizada.
- × Dicas práticas, quadros de resumo e linguagem descomplicada.
- × Questões gabaritadas
- × Bônus especiais que otimizam seus estudos.

Aproveite a oportunidade de intensificar sua preparação com um material completo e focado na sua aprovação:
Acesse agora: www.apostilasopcao.com.br

Disponível nas versões impressa e digital, com envio imediato!

Estudar com o material certo faz toda a diferença na sua jornada até a APROVAÇÃO.





TRANSPETRO

PETROBRAS TRANSPORTE S.A

ENGENHARIA MECÂNICA

EDITAL Nº 4 - TRANSPETRO/PSP/TERRA/
NÍVEL SUPERIOR 2026.4, DE 11/08/2026

CÓD: OP-089AG-26
7901204400586

ÍNDICE

Língua Portuguesa

1. Compreensão de textos	7
2. Ortografia oficial	8
3. Mecanismos de coesão textual.....	8
4. Significação das palavras.....	9
5. Emprego de tempos e modos verbais	10
6. Emprego das classes de palavras	13
7. Coordenação e de subordinação	20
8. Emprego dos sinais de pontuação	25
9. Concordância verbal e nominal	26
10. Regência verbal e nominal.....	28
11. Emprego do sinal indicativo de crase.....	29
12. Colocação dos pronomes átonos.....	29

Língua inglesa

1. Compreensão de texto escrito em língua inglesa	41
2. Itens gramaticais relevantes para a compreensão dos conteúdos semânticos	42

Conhecimentos Específicos Engenharia Mecânica

1. Termodinâmica: Estado termodinâmico e propriedades termodinâmicas. Primeira Lei e a conservação de energia. Segunda Lei aplicada a ciclos e processos. Gases perfeitos. Ciclos teóricos de geração de potência e refrigeração	95
2. Mecânica dos Fluidos: Propriedades e natureza dos fluidos. Hidrostática. Equações constitutivas da dinâmica dos fluidos. Análise dimensional e relações de semelhança. Escoamento em tubulações. Noções de escoamento compressível em bocais. Perdas de carga.....	100
3. Transmissão do Calor: Fundamentos e mecanismos de transferência de calor. Abordagem elementar dos processos de condução, convecção e radiação. Princípios de operação dos trocadores de calor	104
4. Resistência dos Materiais: Solicitações axiais, flexão e torção. Diagramas de força cortante e momento fletor. Momento de inércia das figuras planas. Análise das tensões e deformações. Estado plano de tensões. Tensões/deformações em vigas carregadas transversalmente. Problemas de flexão estaticamente indeterminados. Flambagem. Medições de deformações com extensômetros. Lei de Hooke.....	108
5. Elementos de Máquinas: eixos, engrenagens, mancais e fadiga	112
6. Fundamentos da Dinâmica: Dinâmica das partículas. Dinâmica de sistemas de partículas. Dinâmica de corpos rígidos ...	116
7. Vibrações Mecânicas: Sistemas com um grau de liberdade: vibração livre, vibração forçada periódica, vibração transiente, vibrações amortecidas e não-amortecidas. Sistemas com múltiplos graus de liberdade: frequências e modos naturais, vibração livre e vibração forçada. Medições de vibrações: transdutores	120
8. Máquinas de Fluxo: Princípios de funcionamento e operação de bombas centrífugas e de deslocamento positivo, compressores alternativos, compressores centrífugos, compressores axiais, turbinas a vapor e a gás. Aspectos termodinâmicos associados a essas máquinas. Influência das condições do serviço efetuado por essas máquinas sobre o desempenho das mesmas e cálculo de potência de operação.....	125

ÍNDICE

9. Motores de Combustão Interna: Ciclos ar-combustível e real: diagramas pressão x volume dos ciclos Otto e Diesel, diagrama pressão x ângulo de manivela. Motores de dois e de quatro tempos. Comparações entre motores ICE e ICO. Parâmetros do motor de combustão interna: cilindrada unitária, cilindrada total, taxa de compressão, diâmetro e curso do cilindro, rendimento térmico, rendimento mecânico, torque, potência indicada, potência de atrito, potência líquida, consumo horário de combustível, consumo específico de combustível, razão de corte. Motores a álcool, diesel, gasolina, GNV e combustíveis alternativos. Propriedades do óleo lubrificante usado em motores de combustão interna.....	129
10. Ciclos de Geração de Potência: Conceitos práticos relativos aos ciclos de Rankine e Brayton. Balanço energético e cálculo de eficiência do ciclo. Principais fatores da perda de eficiência. Equipamentos auxiliares para implementação desses ciclos	133
11. Corrosão: Corrosão química e eletroquímica. Métodos de proteção anticorrosiva	137
12. Seleção de Materiais: Fatores gerais de influência na seleção de materiais. Principais materiais metálicos e não metálicos de uso industrial e respectivas indicações ao uso.....	141
13. Metalurgia: Estrutura cristalina dos metais. Propriedades mecânicas dos materiais. Transformações de fase. Diagramas de equilíbrio. Ligas ferro-carbono. Tratamentos térmicos. Mecanismos para aumento da resistência mecânica e tenacidade dos aços-carbono	145
14. Processos de Fabricação Mecânica: Conformação mecânica, torneamento, fresamento, furação e retífica	149
15. Soldagem: Ciclo térmico, pré-aquecimento, pós-aquecimento, tratamentos térmicos, fissuração a quente e de coesão interlamelar. Processos de Soldagem: soldagem a gás e oxiacetilação, soldagem elétrica com eletrodo revestido, processo TIG (“Tungsten Inert Gas”), processo MIG (“Metal Inert Gás”), processo MAG (“Metal Active Gás”), processo arco submerso	153
16. Noções de Estatística e Probabilidade com aplicações em Engenharia	157
17. Eletrotécnica: Princípios de funcionamento de geradores e motores elétricos	161
18. Segurança do Trabalho e Meio Ambiente: Normas regulamentadoras sobre Equipamentos de Proteção Individual (EPI), Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, Atividades e Operações Perigosas	166

LÍNGUA PORTUGUESA

COMPREENSÃO DE TEXTOS

► Definição Geral

Embora correlacionados, compreensão e interpretação são processos distintos. A compreensão refere-se ao entendimento das informações explícitas do texto, enquanto a interpretação envolve a elaboração de conclusões fundamentadas a partir dessas informações.

Exemplificando, quando uma avaliação exige a compreensão de uma questão, a resposta encontra-se explicitamente no texto. Já a interpretação ocorre quando o leitor, a partir das informações textuais, elabora conclusões logicamente fundamentadas.

► Compreensão de Textos

A compreensão textual consiste na análise do que está explícito no texto, ou seja, na identificação da mensagem. Compreender um texto é assimilar intelectualmente sua mensagem, identificando com precisão as informações explícitas nele contidas.

Compreender um texto é captar, de forma objetiva, a mensagem transmitida por ele. Portanto, a compreensão textual envolve a decodificação da mensagem que é feita pelo leitor.

Por exemplo, ao ouvirmos uma notícia, automaticamente compreendemos a mensagem transmitida por ela, assim como o seu propósito comunicativo, que é informar o ouvinte sobre um determinado evento.

► Interpretação de Textos

É o entendimento que resulta da associação entre as ideias do texto, permitindo ao leitor inferir sentidos implícitos, sem ultrapassar os limites estabelecidos pelo próprio texto. Resumidamente, interpretar é atribuir sentido ao texto por meio de inferências e da relação entre suas ideias, sempre com base nos elementos linguísticos e discursivos apresentados.

A interpretação de textos compreende a habilidade de se chegar a conclusões específicas após a leitura de algum tipo de texto, seja ele escrito, oral ou visual.

Grande parte da bagagem interpretativa do leitor é resultado da leitura, integrando um conhecimento que foi sendo assimilado ao longo da vida. Interpretação de texto é a habilidade de inferir informações implícitas, estabelecer relações entre ideias e compreender sentidos não expressos literalmente, sempre com base nos elementos linguísticos e discursivos do texto.

Exemplo de compreensão e interpretação de textos

Para compreender melhor a compreensão e interpretação de textos, analise a questão abaixo, que aborda os dois conceitos em um texto misto (verbal e visual):

FGV > SEDUC/PE > Agente de Apoio ao Desenvolvimento Escolar Especial > 2015

Português > Compreensão e interpretação de textos

A imagem a seguir ilustra uma campanha pela inclusão social.



“A Constituição garante o direito à educação para todos e a inclusão surge para garantir esse direito também aos alunos com deficiências de toda ordem, permanentes ou temporárias, mais ou menos severas.”

A partir do fragmento acima, assinale a afirmativa **incorreta**.

- (A) A inclusão social é garantida pela Constituição Federal de 1988.
- (B) As leis que garantem direitos podem ser mais ou menos severas.
- (C) O direito à educação abrange todas as pessoas, deficientes ou não.
- (D) Os deficientes temporários ou permanentes devem ser incluídos socialmente.
- (E) “Educação para todos” inclui também os deficientes.

Resolução:

Em “A” – Errado: o texto é sobre direito à educação, incluindo as pessoas com deficiência, ou seja, inclusão de pessoas na sociedade.

Em “B” – Certo: o complemento “mais ou menos severas” se refere à “deficiências de toda ordem”, não às leis.

Em “C” – Errado: o advérbio “também”, nesse caso, indica a inclusão/adção das pessoas portadoras de deficiência ao direito à educação, além das que não apresentam essas condições.

Em “D” – Errado: além de mencionar “deficiências de toda ordem”, o texto destaca que podem ser “permanentes ou temporárias”.

AMOSTRA

Em “E” – Errado: a alternativa apenas retoma a ideia central do texto, sem apresentar qualquer informação incorreta, motivo pelo qual não atende ao comando da questão

Resposta: Letra B.

ORTOGRAFIA OFICIAL

A ortografia oficial diz respeito às regras gramaticais referentes à escrita correta das palavras. Para melhor entendê-las, é preciso analisar caso a caso. Lembre-se de que a melhor maneira de memorizar a ortografia correta de uma língua é por meio da leitura, que também faz aumentar o vocabulário do leitor.

Neste texto serão abordadas regras para dúvidas frequentes entre os falantes do português. No entanto, é importante ressaltar que existem inúmeras exceções para essas regras, portanto, fique atento!

► **Alfabeto**

O primeiro passo para compreender a ortografia oficial é conhecer o alfabeto (os sinais gráficos e seus sons). No português, o alfabeto se constitui 26 letras, divididas entre **vogais** (a, e, i, o, u) e **consoantes** (restante das letras).

Com o Novo Acordo Ortográfico, as consoantes **K**, **W** e **Y** foram reintroduzidas ao alfabeto oficial da língua portuguesa, de modo que elas são usadas apenas em duas ocorrências: **transcrição de nomes próprios e abreviaturas e símbolos de uso internacional**.

► **Uso do “X”**

Algumas dicas são relevantes para saber o momento de usar o X no lugar do CH:

- Depois das sílabas iniciais “me” e “en” (ex: mexerica; enxergar)
- Depois de ditongos (ex: caixa)
- Palavras de origem indígena ou africana (ex: abacaxi; orixá)

► **Uso do “S” ou “Z”**

Algumas regras do uso do “S” com som de “Z” podem ser observadas:

- Depois de ditongos (ex: coisa)
- Em palavras derivadas cuja palavra primitiva já se usa o “S” (ex: casa > casinha)
- Nos sufixos “ês” e “esa”, ao indicarem nacionalidade, título ou origem. (ex: portuguesa)
- Nos sufixos formadores de adjetivos “ense”, “oso” e “osa” (ex: populoso)

► **Uso do “S”, “SS”, “Ç”**

- “S” costuma aparecer entre uma vogal e uma consoante (ex: diversão)
- “SS” costuma aparecer entre duas vogais (ex: processo)
- “Ç” costuma aparecer em palavras estrangeiras que passaram pelo processo de aportuguesamento (ex: muçarela)

Os diferentes porquês

POR QUE	Usado para fazer perguntas. Pode ser substituído por “por qual motivo”
PORQUE	Usado em respostas e explicações. Pode ser substituído por “pois”
POR QUÊ	O “que” é acentuado quando aparece como a última palavra da frase, antes da pontuação final (interrogação, exclamação, ponto final)
PORQUÊ	É um substantivo, portanto costuma vir acompanhado de um artigo, numeral, adjetivo ou pronome

► **Parônimos e homônimos**

As palavras **parônimas** são aquelas que possuem grafia e pronúncia semelhantes, porém com significados distintos.

Ex.:

*Cumprimento (saudação) X comprimento (extensão);
Tráfego (trânsito) X tráfico (comércio ilegal).*

Já as palavras **homônimas** são aquelas que possuem a mesma grafia e pronúncia, porém têm significados diferentes.

Ex.:

*Rio (verbo “rir”) X rio (curso d’água);
Manga (blusa X manga (fruta)).*

MECANISMOS DE COESÃO TEXTUAL

A coerência e a coesão são essenciais na escrita e na interpretação de textos. Ambos se referem à relação adequada entre os componentes do texto, de modo que são independentes entre si. Isso quer dizer que um texto pode estar coeso, porém incoerente, e vice-versa.

Enquanto a coesão tem foco nas questões gramaticais, ou seja, ligação entre palavras, frases e parágrafos, a coerência diz respeito ao conteúdo, isto é, uma sequência lógica entre as ideias.

► **Coesão**

A coesão textual ocorre, normalmente, por meio do uso de **conectivos** (preposições, conjunções, advérbios). Ela pode ser obtida a partir da **anáfora** (retoma um componente) e da **catáfora** (antecipa um componente).

LÍNGUA INGLESA

COMPREENSÃO DE TEXTO ESCRITO EM LÍNGUA INGLESA

A compreensão e interpretação de textos em língua inglesa vão muito além da simples tradução de palavras. Esse processo envolve a capacidade de entender o significado global do texto, reconhecer relações entre suas partes e identificar como ele dialoga com outros textos e contextos. Para que isso ocorra de forma eficiente, é fundamental desenvolver tanto o domínio do vocabulário e da estrutura da língua quanto a habilidade de perceber relações intratextuais e intertextuais.

O processo de leitura em inglês requer não apenas o reconhecimento de palavras isoladas, mas a capacidade de entender como essas palavras se organizam para construir significados complexos. Além disso, é essencial que o leitor consiga identificar relações internas no texto, como a coesão entre parágrafos e a progressão de ideias, bem como conexões externas, que envolvem referências a outros textos, contextos históricos, culturais ou literários.

A seguir, o tema será explorado em três partes: o domínio do vocabulário e da estrutura da língua, as relações intratextuais e a intertextualidade no processo de leitura.

DOMÍNIO DO VOCABULÁRIO E DA ESTRUTURA DA LÍNGUA

O primeiro passo para uma compreensão eficaz de textos em inglês é o domínio do vocabulário. O vocabulário pode ser dividido em dois tipos principais:

- **Active vocabulary (vocabulário ativo):** composto por palavras que o leitor é capaz de usar em sua própria produção oral e escrita.
- **Passive vocabulary (vocabulário passivo):** formado por palavras que o leitor reconhece e compreende quando encontra em um texto, mas que pode não usar com frequência em suas próprias falas ou escritas.

Para interpretar textos com precisão, é necessário ampliar o vocabulário passivo, pois ele representa uma grande parte das palavras encontradas em leituras acadêmicas, jornalísticas, literárias e técnicas. Estratégias como a leitura regular de diferentes tipos de textos, o uso de flashcards, a prática de contextos de uso e o estudo de sinônimos e antônimos ajudam a expandir esse repertório.

Além do vocabulário isolado, é fundamental compreender o uso de expressões idiomáticas (idiomatic expressions), phrasal verbs, collocations (combinações de palavras que ocorrem naturalmente) e false cognates (falsos cognatos), que podem levar a interpretações equivocadas se não forem bem conhecidos. Por exemplo, o termo “actually” em inglês significa “na verdade” e não “atualmente”, o que é um erro comum entre estudantes de inglês.

O domínio da estrutura da língua (grammar structures) também é essencial. Isso inclui o conhecimento de tempos verbais (verb tenses), vozes ativa e passiva (active and passive voice), uso de modais (modal verbs), estruturas condicionais (conditional sentences) e conjunções (conjunctions) que conectam ideias. A compreensão da gramática permite que o leitor identifique o papel de cada elemento no texto, facilitando a interpretação de informações implícitas e explícitas.

Por exemplo, ao ler a frase “If I had known about the meeting, I would have attended,” o leitor deve reconhecer que se trata de uma third conditional sentence, que expressa uma situação hipotética no passado, indicando que o falante não sabia da reunião e, portanto, não compareceu. Esse entendimento é crucial para interpretar o significado além das palavras individuais.

O conhecimento gramatical também contribui para a identificação de referências anafóricas e catafóricas (quando um pronome ou termo faz referência a algo já mencionado ou que será mencionado no texto), o que é fundamental para manter a coesão e entender como as ideias se relacionam.

Assim, o domínio do vocabulário e da estrutura gramatical da língua inglesa é o alicerce para uma leitura eficiente, permitindo que o leitor vá além da decodificação de palavras para compreender o significado completo do texto.

RELAÇÕES INTRATEXTUAIS: COESÃO E COERÊNCIA NO TEXTO

As relações intratextuais referem-se à maneira como as ideias e informações estão conectadas dentro do próprio texto. Isso envolve mecanismos de coesão e coerência, que garantem a fluidez da leitura e a clareza das ideias.

A coesão textual é construída por meio de elementos linguísticos que criam ligações entre frases, parágrafos e seções do texto. Os principais recursos de coesão incluem:

- **Conjunctions and linking words (conjunções e palavras de ligação):** termos como “however,” “therefore,” “although,” “in addition” ajudam a estabelecer relações de causa e efeito, contraste, adição, etc.
- **Reference words (pronomes e expressões referenciais):** pronomes como “he,” “she,” “it,” “this,” “that” mantêm a continuidade do texto, referindo-se a elementos mencionados anteriormente.

AMOSTRA

- **Substitution and ellipsis (substituição e elipse):** permitem evitar repetições desnecessárias, substituindo termos ou omitindo partes do texto que são facilmente inferíveis.
- **Lexical cohesion (coesão lexical):** uso de sinônimos, antônimos e termos relacionados semanticamente para reforçar o tema e criar unidade no texto.

Por exemplo, em um texto sobre o meio ambiente, termos como “pollution,” “contamination,” “environmental damage,” e “ecosystem degradation” criam coesão lexical ao abordar o mesmo campo semântico.

A coerência textual, por sua vez, está relacionada ao sentido global do texto. Um texto coerente apresenta ideias organizadas de forma lógica, com progressão temática clara e relações de causa, consequência e temporalidade bem definidas. A coerência depende não apenas da estrutura do texto, mas também do conhecimento prévio do leitor, que deve ser capaz de relacionar as informações apresentadas com seus próprios conhecimentos e experiências.

Por exemplo, ao ler um texto que começa com “Global warming has severe impacts on biodiversity” e continua explicando como o aumento da temperatura afeta espécies animais e vegetais, o leitor espera que o texto mantenha essa linha de raciocínio, apresentando exemplos, causas e possíveis soluções para o problema. Se o texto mudar abruptamente para um tema sem relação, a coerência será comprometida.

Entender as relações intratextuais é fundamental para interpretar textos em inglês de forma eficaz, pois permite identificar como as informações estão organizadas e como cada parte contribui para o todo.

INTERTEXTUALIDADE NO PROCESSO DE LEITURA

A intertextualidade refere-se à relação entre diferentes textos. Trata-se da capacidade de reconhecer como um texto faz referência a outros textos, obras, eventos históricos, contextos culturais ou até mesmo a discursos sociais amplos. Esse fenômeno é comum em textos literários, jornalísticos, publicitários e acadêmicos, e sua identificação enriquece a interpretação do texto.

Existem diferentes formas de intertextualidade:

- **Citação direta ou indireta (quotation or paraphrase):** ocorre quando um texto menciona explicitamente outro, usando aspas ou reformulando uma ideia já conhecida.
- **Alusão (allusion):** uma referência sutil a outro texto, evento ou figura histórica, que o leitor deve reconhecer para compreender completamente o significado. Por exemplo, a expressão “to be or not to be” remete imediatamente à obra de Shakespeare, mesmo fora do contexto da peça.
- **Paródia e pastiche:** quando um texto imita ou faz uma releitura de outro, seja para homenageá-lo, seja para criticar ou modificar seu sentido original.
- **Interdiscursividade:** quando um texto incorpora elementos de diferentes gêneros discursivos, como um artigo acadêmico que inclui trechos de entrevistas, notícias e gráficos.

A intertextualidade é uma estratégia poderosa para enriquecer o significado de um texto. Por exemplo, um anúncio publicitário pode usar uma referência bíblica ou literária para criar um impacto emocional no público, enquanto um artigo de opinião pode citar estudos acadêmicos para reforçar sua argumentação.

Para identificar relações intertextuais em textos em inglês, o leitor precisa estar atento a pistas linguísticas, como aspas, expressões idiomáticas conhecidas, nomes próprios e eventos históricos mencionados. Além disso, o background knowledge (conhecimento prévio) é fundamental para fazer essas conexões de forma eficiente.

O reconhecimento da intertextualidade amplia a compreensão do texto, pois permite ao leitor perceber camadas de significado que vão além da superfície, enriquecendo a interpretação e promovendo uma leitura mais crítica e reflexiva.

A compreensão e interpretação de textos em inglês envolvem uma combinação de habilidades linguísticas e cognitivas. O domínio do vocabulário e da estrutura da língua fornece a base para decodificar o texto, enquanto a identificação das relações intratextuais e intertextuais permite uma compreensão mais profunda e crítica do conteúdo.

Desenvolver essas competências é essencial para leitores que desejam não apenas entender textos em inglês, mas também analisá-los de forma reflexiva, reconhecendo as conexões entre diferentes ideias, contextos e discursos. Esse processo contribui para o aprimoramento da proficiência linguística e para a formação de leitores mais autônomos e críticos em qualquer área do conhecimento.

ITENS GRAMATICAIS RELEVANTES PARA A COMPREENSÃO DOS CONTEÚDOS SEMÂNTICOS

Dentre os muitos tópicos gramaticais da língua inglesa, alguns se fazem primordiais para a compreensão textual e a contextualização da comunicação no idioma. Os tempos verbais são as principais gramáticas a serem estudadas para uma melhor compreensão do idioma por completo. Ao realizar a interpretação de um texto, deve-se levar o tempo verbal em consideração para que se possa contextualizar o momento ao qual a fala se refere. Confira a seguir.

Simple present

O *simple present* ou o presente simples é marcado por dois verbos auxiliares específicos DO e DOES. A conjugação verbal no tempo presente da língua inglesa é simples e se divide entre grupos de sujeitos. No infinitivo, ou seja, quando terminados em “ar”, “er”, “ir” no português, o verbo leva “to” em inglês, veja a seguir.

- Comer – to *eat*
- Beber – to *drink*
- Andar – to *walk*

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

TERMODINÂMICA: ESTADO TERMODINÂMICO E PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS. PRIMEIRA LEI E A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. SEGUNDA LEI APLICADA A CICLOS E PROCESSOS. GASES PERFEITOS. CICLOS TEÓRICOS DE GERAÇÃO DE POTÊNCIA E REFRIGERAÇÃO

ESTADO TERMODINÂMICO E PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS

► Descrição macroscópica de um sistema

Sistema, fronteira e vizinhança

A termodinâmica descreve sistemas por grandezas macroscópicas mensuráveis. Um sistema é a porção de matéria ou a região do espaço escolhida para análise, separada da vizinhança por uma fronteira real ou imaginária. Em um sistema fechado não há transferência de massa através da fronteira, embora possa existir transferência de energia na forma de calor ou trabalho. Em um volume de controle, por outro lado, a massa pode atravessar superfícies de entrada e saída, situação típica de turbinas, compressores, bombas, trocadores de calor e bocais. A escolha da fronteira determina quais termos devem aparecer nos balanços de massa e energia e evita misturar propriedades internas do sistema com interações que ocorrem na fronteira.

O estado termodinâmico corresponde ao conjunto de valores das propriedades necessárias para caracterizar o sistema em equilíbrio. Pressão, temperatura, volume, energia interna, entalpia e entropia são exemplos de propriedades. Uma propriedade depende apenas do estado atual e não do caminho percorrido até ele. Calor e trabalho não são propriedades: representam formas de transferência de energia associadas a um processo. Essa distinção é essencial porque uma variação de propriedade pode ser calculada a partir dos estados inicial e final, enquanto o calor e o trabalho dependem do processo efetivamente realizado.

Propriedades intensivas e extensivas

Propriedades extensivas variam com a quantidade de matéria, como massa, volume total e energia interna total. Propriedades intensivas independem diretamente da quantidade de matéria, como pressão, temperatura e densidade. A razão entre uma propriedade extensiva e a massa produz, em geral, uma propriedade específica. O volume específico, por exemplo, é o inverso da densidade em um meio homogêneo, relação simples expressa por $v=1/\rho$. Esse procedimento permite comparar estados de sistemas com massas diferentes usando grandezas por unidade de massa.

A tabela organiza algumas propriedades comuns e sua classificação.

Propriedade	Símbolo usual	Classificação	Interpretação
Pressão	p	Intensiva	Força normal por unidade de área
Temperatura	T	Intensiva	Indicador do estado térmico
Volume	V	Extensiva	Espaço ocupado pelo sistema
Volume específico	v	Intensiva	Volume por unidade de massa
Energia interna	U	Extensiva	Energia microscópica armazenada
Entropia	S	Extensiva	Propriedade ligada à dispersão de energia

A classificação orienta operações de escala. Se dois subsistemas idênticos forem reunidos sem alteração de estado, as propriedades extensivas dobram, enquanto as intensivas permanecem iguais. Em misturas homogêneas, propriedades específicas permitem construir balanços por unidade de massa e reduzem a dependência do tamanho físico do equipamento.

► Equilíbrio, processo e equação de estado

Equilíbrio termodinâmico e processos

Um sistema em equilíbrio termodinâmico não apresenta tendências espontâneas de mudança macroscópica. Isso exige simultaneamente equilíbrio térmico, mecânico e, quando pertinente, químico e de fases. Um processo é qualquer transformação que leve o sistema de um estado a outro. Quando a sequência de estados intermediários pode ser aproximada por estados de equilíbrio, o processo é chamado quase-estático. Essa idealização é útil porque permite associar propriedades bem definidas a cada ponto do caminho e calcular interações como trabalho de fronteira em condições controladas.

Processos particulares são identificados pela propriedade mantida constante. Em um processo isotérmico, T permanece constante; em um processo isobárico, p permanece constante; em um processo isocórico, V permanece constante. Em um processo adiabático, não há transferência de calor através da fronteira, o que não implica temperatura constante. Em um ciclo, o estado final coincide com o estado inicial e, por isso, a variação líquida de qualquer propriedade de estado é nula.

AMOSTRA

Equações de estado e superfícies termodinâmicas

Para uma substância simples compressível em uma única fase, duas propriedades intensivas independentes são suficientes para fixar o estado. Uma equação de estado estabelece a relação entre pressão, temperatura e volume específico. Para gases de baixa densidade, o modelo de gás perfeito fornece uma relação particularmente útil, tratada em detalhe mais adiante. Para líquidos e vapores próximos da saturação, tabelas e diagramas termodinâmicos são necessários porque o comportamento se afasta do modelo ideal.

Quando há coexistência de líquido e vapor, o estado pode ser caracterizado pela pressão ou temperatura de saturação juntamente com o título x , definido como a fração mássica de vapor. O título varia entre 0 e 1 e só possui significado dentro da região bifásica. Propriedades específicas de uma mistura saturada podem ser obtidas por interpolação linear entre os valores de líquido saturado e vapor saturado. Essa relação, por envolver diferença e produto, é expressa de forma completa por:

$$y = y_f + x(y_g - y_f)$$

Nessa expressão, y pode representar v , u , h ou s . O uso correto exige que os valores de referência correspondam à mesma pressão ou temperatura de saturação. Fora da região bifásica, o título não deve ser empregado.

PRIMEIRA LEI E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

► Energia em sistemas fechados

Formas de energia e convenção de sinais

A Primeira Lei da Termodinâmica é a aplicação do princípio da conservação de energia a sistemas termodinâmicos. A energia total de um sistema pode incluir energia interna, cinética e potencial. A energia interna reúne modos microscópicos de armazenamento associados ao movimento e às interações moleculares. A energia cinética depende da velocidade global do sistema, enquanto a energia potencial depende de sua posição em um campo gravitacional. Em muitos problemas de equipamentos estacionários, as parcelas cinética e potencial são pequenas em comparação com a entalpia ou a energia interna, mas essa simplificação precisa ser justificada pela ordem de grandeza dos termos.

Adotando calor positivo quando entra no sistema e trabalho positivo quando sai do sistema, o balanço de energia para um sistema fechado é:

$$Q - W = \Delta U + \Delta E_c + \Delta E_p$$

O sinal do trabalho depende da convenção adotada. O aspecto físico não muda desde que toda a análise seja consistente. Em processos com variações desprezíveis de energia cinética e potencial, o balanço se reduz à relação entre calor, trabalho e variação de energia interna.

Trabalho de fronteira

Em um sistema simples compressível com pistão móvel, a expansão ou compressão produz trabalho de fronteira. Para um processo quase-estático, a pressão na fronteira pode ser relacionada ao volume. O trabalho entre os volumes V_1 e V_2 é obtido pela integral:

$$W_b = \int_{V_1 \rightarrow V_2} p \, dV$$

Geometricamente, em um diagrama p - V , esse trabalho corresponde à área sob a curva do processo. Para pressão constante, a integral se reduz a um produto simples entre pressão e variação de volume. Para relações $p(V)$ não constantes, o caminho influencia o valor de W , mostrando por que trabalho não é propriedade.

► Balanço de energia em volumes de controle

Escoamento permanente

Em dispositivos com escoamento contínuo, a massa transporta energia através das superfícies de controle. A entalpia h agrega a energia interna específica e o trabalho de escoamento necessário para introduzir ou retirar massa do volume de controle. Em regime permanente, sem acumulação de massa ou energia, um balanço geral com uma entrada e uma saída pode ser escrito como:

$$q - w_s = \left(h_2 - h_1 \right) + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + g(z_2 - z_1)$$





GOSTOU DESSE MATERIAL?

Imagine o impacto da versão **COMPLETA** na sua preparação. É o passo que faltava para garantir aprovação e conquistar sua estabilidade. Ative já seu **DESCONTO ESPECIAL!**

EU QUERO SER APROVADO!

