Ficha de Dados de Segurança (FDS)

trans-1,3,3,3-Tetrafluoropropeno (R1234ze / HFO-1234ze(E))

N.º CAS: 29118-24-9 (isómero E) N.º ONU: 3161 Data de emissão: 29 de agosto de 2026 Versão: 1.0

1 Identificação

1.1 Identificação do produto

Nome químico	trans-1,3,3,3-Tetrafluoropropeno
Nomes comuns / sinónimos	R1234ze, HFO-1234ze(E), HFO-1234ze, trans-1234ze, R-1234ze, DR-2
Número CAS	29118-24-9 (isómero E)
Número ONU	3161 (gás inflamável liquefeito)
Código de mercadorias perigosas	Classe 2.1 Gás inflamável
Fórmula molecular	$CF_3CH{=}CHF$ (trans), ou seja, $C_3H_2F_4$
Massa molecular	114,04 g/mol
Utilização recomendada	Refrigerante HFO de 4.ª geração, refrigeração de chillers, refrigeração comercial, propulsor de aerossóis, agente de expansão de polímeros, fluido de trabalho de Organic Rankine Cycle (ORC), etc.

1.2 Dados do fornecedor da ficha de dados de segurança

Nome do fornecedor	Hangzhou Wula Chemical Co., Ltd.
Endereço	Rua Longtan, n.º 7, Distrito de Yuhang, Hangzhou, Província de Zhejiang, China
Código postal	311100
Telefone	+86-571-87024025
Fax	+86-571-87024025
E-mail	safety@wulachem.cn

1.3 Número de telefone de emergência

Linha de emergência química nacional (China): +86-532-83889090 (24 horas)

Contacto de emergência do fornecedor: +86-571-87024025

2 Identificação dos perigos

2.1 Classificação GHS

Classificação de perigo:

- Gás inflamável (Perigo físico) — Categoria 2
- Gás comprimido (Perigo físico) — Gás liquefeito
- Lesões oculares graves / irritação ocular (Perigo para a saúde) — Categoria 2B
- Toxicidade específica para órgãos-alvo - exposição única (Perigo para a saúde, efeito narcótico) — Categoria 3

Nota: O R1234ze está classificado como grupo de segurança ASHRAE A2L (toxicidade inferior, inflamabilidade inferior). É inflamável apenas em condições de concentração específicas (7,0%-11,5% em volume no ar) e com uma forte fonte de ignição. A velocidade de queima é extremamente baixa (<10 cm/s), tornando-o muito mais difícil de inflamar do que os gases inflamáveis convencionais. O congelamento por contacto com o líquido é uma lesão física por baixa temperatura.

2.2 Elementos do rótulo GHS



GHS02 Inflamável



GHS04 Frasco de gás



GHS07 Sinal de exclamação

Palavra de perigo: ATENÇÃO

Menções de perigo:

H221 Gás inflamável.

H280 Contém gás sob pressão; risco de explosão sob a acção do calor.

H316 Provoca uma ligeira irritação cutânea (Nota: congelamento criogénico resultante da evaporação rápida do líquido, uma lesão física).

H320 Provoca irritação ocular (Nota: congelamento criogénico resultante da evaporação rápida do líquido, uma lesão física).

H336 Pode provocar sonolência ou vertigens.

Nota: Os códigos H316/H320 são códigos de menção de perigo GHS padronizados. O mecanismo de lesão cutânea/ocular desta substância é um congelamento criogénico físico; os códigos são utilizados para representar efeitos de perigo análogos.

Conselhos de prudência:

P102 Manter fora do alcance das crianças. Ler o rótulo antes da utilização.

P210 Manter afastado do calor, faíscas, chamas abertas e superfícies quentes. Não fumar.

P264 Lavar as mãos cuidadosamente após o manuseamento.

P271 Utilizar apenas ao ar livre ou em locais bem ventilados.

P280 Usar luvas de protecção/vestuário de protecção/protecção ocular/protecção facial.

P305+P351+P338SE ENTRAR EM CONTACTO COM OS OLHOS: Enxaguar cuidadosamente com água durante vários minutos. Se usar lentes de contacto, retire-as, se tal lhe for possível. Continue a enxaguar.

P332+P313 Em caso de irritação cutânea: Consulte um médico.

P377 Fogo por fuga de gás: Não apagar, a menos que a fuga possa ser estancada com segurança. Eliminar todas as fontes de ignição se for seguro fazê-lo.

P381 Em caso de fuga, eliminar todas as fontes de ignição.

P403 Armazenar em local bem ventilado.

P410+P403 Manter ao abrigo da luz solar. Armazenar em local bem ventilado.

P405 Armazenar em local fechado à chave.

2.3 Outros perigos

- O vapor é mais pesado que o ar (~3,9 vezes a densidade do ar) e pode propagar-se longas distâncias junto ao solo, criando um ambiente deficiente em oxigénio em zonas baixas.
- Classificado como refrigerante A2L (inflamabilidade inferior); difícil de inflamar à temperatura ambiente. A combustão requer uma forte fonte de ignição e uma concentração dentro dos limites de inflamabilidade (7,0%-11,5% em volume no ar).
- A decomposição térmica a altas temperaturas (>400°C) produz gases tóxicos e corrosivos (fluoreto de hidrogénio, monóxido de carbono, fluoreto de carbonilo, etc.).
- Os frascos podem romper ou rebentar quando aquecidos devido ao aumento da pressão interna.
- Isómero do R1234yf (configuração trans vs. cis); ambos partilham a mesma fórmula molecular mas diferem no arranjo espacial.

3 Composição/informação sobre os ingredientes

3.1 Substância/mistura

Este produto é uma substância pura.

3.2 Informação sobre a composição

Nome do componente	N.º CAS	Concentração (em massa)

trans-1,3,3,3-Tetrafluoropropeno (HFO-1234ze(E))	29118-24-9	≥99.5%

3.3 Informação sobre impurezas

Impureza	Limite de especificação
Acidez (como HCl)	≤1 ppm
Humidade	≤10 ppm
Resíduo de evaporação	≤100 ppm
Gás não condensável (25°C, vol%)	≤1.5%
Isómero cis (HFO-1234ze(Z))	≤0.5%
Cloreto	Conforme

4 Medidas de primeiros socorros

4.1 Descrição das medidas de primeiros socorros necessárias

Aconselhamento geral: Retirar a vítima da área contaminada imediatamente. Manter quente e em repouso. Mostrar esta FDS ao médico assistente. Eliminar todas as fontes de ignição.

Inalação:

- Deslocar a vítima para ar fresco imediatamente. Manter as vias aéreas desobstruídas.
- Administrar oxigénio se a respiração for difícil.
- Se não respirar, efetuar respiração artificial (preferencialmente com máscara de bolso-valva ou máscara de bolso; evitar boca-a-boca).
- Se não houver pulso, iniciar imediatamente a reanimação cardiopulmonar (RCP).
- Manter a vítima quente e em repouso. Monitorizar atentamente o estado.
- Procurar imediatamente assistência médica.

Contacto cutâneo (congelamento):

- Enxaguar imediatamente a zona afectada com grandes quantidades de água morna (37–40°C) para promover o reaquecimento.
- NÃO utilizar água quente (>40°C) nem calor direto (p. ex., aquecedores elétricos).
- NÃO esfregar nem massagear a zona congelada; tal pode agravar os danos nos tecidos.
- Remover cuidadosamente a roupa congelada. Se a roupa aderir à pele, NÃO a puxar; cortar à volta.
- Cobrir com penso estéril.
- Procurar imediatamente assistência médica.

Contacto ocular:

- Manter imediatamente as pálpebras abertas e enxaguar abundantemente com bastante água ou soro fisiológico durante pelo menos 15 minutos.
- Assegurar a irrigação completa de todas as superfícies oculares levantando as pálpebras superiores e inferiores.
- Retirar as lentes de contacto se estiverem presentes e forem facilmente removíveis.
- Procurar imediatamente assistência médica, preferencialmente de um oftalmologista.

Ingestão:

Não aplicável. Esta substância é um gás à temperatura ambiente; não é expectável exposição por ingestão.

4.2 Sintomas e efeitos mais importantes, tanto agudos como tardios

- Inalação aguda: tonturas, sonolência, cefaleia, náuseas, ataxia, perda de consciência, arritmia cardíaca.
- Contacto cutâneo (líquido): congelamento (pele pálida e dura, dor, formação de bolhas), irritação cutânea ligeira.
- Contacto ocular (líquido): congelamento grave, lesão corneal, perturbação visual.
- A exposição a alta concentração pode causar depressão do sistema nervoso central e sensibilização cardíaca.

4.3 Indicação de qualquer assistência médica imediata e tratamento especial necessário

Notas para médicos:

- Terapêutica sintomática e de suporte. Manter as vias aéreas; administrar oxigénio se necessário.
- Monitorizar a função cardíaca; a exposição a alta concentração pode causar arritmias.
- Evitar fármacos catecolaminérgicos (p. ex., epinefrina/adrenalina) — podem aumentar a sensibilidade miocárdica aos hidrocarbonetos fluorados e precipitar fibrilação ventricular.
- Tratar o congelamento com protocolos padrão: reaquecimento com água morna (37–40°C). NÃO utilizar calor seco nem massagem.
- Se se suspeitar de exposição a produtos de decomposição térmica (fluoreto de hidrogénio), monitorizar os níveis de cálcio e potássio no sangue; administrar gluconato de cálcio se necessário.

5 Medidas de combate a incêndios

5.1 Meios de extinção

Meios de extinção adequados: Esta substância é um gás A2L (inflamabilidade inferior) e só é combustível em condições específicas. O pó químico seco, o dióxido de carbono, o nevoeiro de água e a espuma são aceitáveis.

Meios de extinção inadequados: Evitar jactos de água diretos sobre o gás em fuga (pode acelerar a dispersão e a evaporação). Pode utilizar-se pulverização de água para arrefecer os contentores.

5.2 Perigos específicos decorrentes da substância ou mistura

> **Características de inflamabilidade inferior A2L:**
>
> - O R1234ze está classificado como ASHRAE A2L (inflamabilidade inferior) com uma gama estreita de inflamabilidade (7,0%-11,5% em volume no ar), elevada energia mínima de ignição e velocidade de queima extremamente baixa (~1,5 cm/s), muito inferior à dos gases inflamáveis comuns.
> - Em condições normais de utilização sem uma forte fonte de ignição, a ignição é altamente improvável.
> - Contudo, em espaços confinados onde a concentração se encontra dentro dos limites de inflamabilidade e está presente uma forte fonte de ignição (por exemplo, arco elétrico, chama aberta), a combustão é possível.

- A decomposição térmica a altas temperaturas (>400°C) produz gases tóxicos e corrosivos: fluoreto de hidrogénio, monóxido de carbono, fluoreto de carbonilo, etc.
- Os frascos podem romper ou rebentar quando aquecidos devido ao aumento da pressão interna.
- Pode reagir com metais alcalinos, metais alcalinoterrosos e pó de alumínio em certas condições.

5.3 Produtos perigosos da combustão

Fluoreto de hidrogénio (HF), monóxido de carbono (CO), fluoreto de carbonilo (COF_2) e outros compostos fluorados.

5.4 Aconselhamento para bombeiros

- Os bombeiros devem usar aparelho respiratório autónomo de pressão positiva (SCBA) e vestuário de protecção ignífugo completo.
- Se possível, deslocar os recipientes da zona do incêndio para um local seguro.
- Arrefecer os recipientes com pulverização de água a partir de uma distância segura até o fogo ser extinto.
- Evacuar imediatamente se os recipientes apresentarem descoloração ou se os dispositivos de alívio de pressão começarem a libertar gás.
- Isolar a área; manter afastado o pessoal não autorizado.
- Para fogo por fuga de gás: não apagar a menos que a fuga possa ser estancada com segurança (princípio P377); fechar primeiro a fonte de gás.
- Evitar jactos de água diretos sobre o gás liquefeito em fuga, pois isto acelerará a evaporação e a dispersão.

6 Medidas em caso de libertação acidental

6.1 Precauções pessoais, equipamento de protecção e procedimentos de emergência

- Evacuar o pessoal da zona de fuga para locais a barlavento imediatamente. Estabelecer um perímetro e restringir o acesso.
- Os socorristas devem usar SCBA, vestuário de trabalho padrão, luvas criogénicas e protecção ocular.
- Entrar pela direcção a barlavento.
- Eliminar imediatamente todas as fontes de ignição, fontes de calor e faíscas elétricas (princípio P381).
- Estancar a fuga se puder ser feito com segurança.
- Não tocar nem caminhar sobre o material derramado.
- Manter pessoal de contacto de emergência para apoio externo.

6.2 Precauções ambientais

- Impedir que o gás entre em esgotos, caves ou espaços confinados.
- Ventilar a área para acelerar a dispersão.
- Minimizar as libertações; recuperar sempre que possível.
- Evitar a libertação para a atmosfera, cursos de água ou solo.

6.3 Métodos e materiais de confinamento e limpeza

- **Fuga pequena:** Aumentar a ventilação para acelerar a dispersão do gás. Monitorizar os níveis de oxigénio e a concentração de gás combustível para prevenir a asfixia e a combustão. Eliminar todas as fontes de ignição.
- **Fuga grande:**
  - Fechar a válvula de origem se for seguro fazê-lo.
  - Recuperar utilizando equipamento de recuperação de gás dedicado.
  - Se a recuperação não for possível, utilizar nevoeiro/bruma de água para diluir e dissolver o gás (prevenir a poluição da água).
  - Se a válvula do frasco não puder ser fechada, deslocar o frasco para uma área segura ventilada e libertar lentamente; assegurar a ausência de fontes de ignição.
- **Fuga do frasco:**Deslocar o frasco para uma área segura bem ventilada e libertar lentamente. Se a válvula não puder ser fechada, contactar o fornecedor para manuseamento profissional.

6.4 Referência

Consultar a Secção 8 (Controlos de exposição/protecção individual) e a Secção 13 (Considerações sobre eliminação).

> **Perigo crítico:** O vapor de R1234ze é aproximadamente 3,9 vezes mais pesado que o ar e acumular-se-á em zonas baixas e confinadas, criando uma atmosfera deficiente em oxigénio e potencialmente atingindo concentrações inflamáveis. Verificar sempre os níveis de oxigénio (devem ser ≥19,5%) e a

concentração de gás combustível antes de entrar em espaços confinados ou zonas baixas, e utilizar um sistema de duas pessoas. Eliminar todas as fontes de ignição.

7 Manuseamento e armazenamento

7.1 Precauções para um manuseamento seguro

- Manusear em sistemas fechados com ventilação natural adequada ou exaustão local.
- O pessoal deve ser especialmente formado e seguir estritamente os procedimentos operacionais. Apenas pessoal certificado.
- Prevenir a fugas de gás para a atmosfera do local de trabalho.
- Manter afastado do fogo, fontes de calor e chamas abertas. Não fumar nas áreas de trabalho. Utilizar sistemas de ventilação e equipamentos elétricos à prova de explosão.
- Evitar o contacto com metais reactivos e agentes oxidantes fortes.
- Manusear os frascos com cuidado; não deixar cair, deslizar, rolar ou embater os frascos. Utilizar equipamento de elevação adequado.
- Equipar a área com equipamento de resposta a emergências de fuga e detetores de gás combustível.
- Usar luvas isolantes e protecção ocular/facial ao manusear o líquido para prevenir o congelamento.
- Proibir a utilização de equipamentos e ferramentas que possam gerar faíscas.
- Inspecionar periodicamente os frascos, válvulas e tubagens quanto a fugas.

7.2 Condições para um armazenamento seguro, incluindo incompatibilidades

- Armazenar num armazém fresco, seco e bem ventilado de gases inflamáveis.
- A temperatura de armazenamento não deve exceder 45°C. Manter afastado do fogo, de fontes de calor e da luz solar direta.
- Armazenar separadamente de oxidantes e metais reactivos. Não armazenar em conjunto com materiais incompatíveis.
- A área de armazenamento deve estar equipada com equipamento de resposta a emergências de fuga e detetores de gás combustível.
- Os frascos devem ser armazenados na vertical, com tampas de válvula e anéis de segurança no lugar, devidamente fixados para prevenir quedas.
- Utilizar iluminação e sistemas de ventilação à prova de explosão.
- Proibir a utilização de equipamentos e ferramentas que possam gerar faíscas.
- O coeficiente de enchimento não deve exceder 1,1 kg/L.
- Afivar sinais de aviso de segurança claros e rótulos de «Gás Inflamável» nas áreas de armazenamento.
- Implementar um sistema de receção/expedição por duas pessoas e de custódia por duas pessoas.

7.3 Utilizações finais específicas

Apenas para utilização industrial. O pessoal deve ser profissionalmente formado. Adequado para refrigeração comercial, chillers, propelentes de aerossóis, agentes de expansão de espuma e aplicações de Organic Rankine Cycle (ORC). Não utilizar para contacto direto com alimentos, inalação médica ou outras aplicações não aprovadas.

8 Controlos de exposição/protecção individual

8.1 Parâmetros de controlo

OEL da China (Limite de Exposição Profissional)	Sem limite legal estabelecido. Referência recomendada: AIHA WEEL 500 ppm (TWA, 8 h)
AIHA WEEL-TWA (EUA)	500 ppm (aprox. 2850 mg/m^3), média ponderada de 8 horas
OSHA PEL-TWA (EUA)	Nenhum limite específico estabelecido
DFG MAK (Alemanha)	Nenhum limite específico estabelecido
Valor limite biológico	Não estabelecido

Nota: Por força da GBZ 2.1-2019 (Limites de exposição ocupacional a agentes perigosos no local de trabalho — Parte 1: Agentes químicos), esta substância não consta atualmente da tabela OEL chinesa. Recomenda-se a utilização de normas internacionais como referência.

8.2 Métodos de monitorização da exposição

Cromatografia gasosa com deteção por ionização de chama (GC-FID) ou espectrometria de massa (GC-MS), ou analisadores de gás por infravermelhos e sensores electroquímicos para monitorização de campo.

8.3 Controlos de engenharia adequados

- Projeto de processo fechado com ventilação geral ou exaustão local.
- Disponibilizar duche de segurança e estação de lavagem dos olhos.
- Instalar alarmes de deteção de gás combustível em áreas onde possam ocorrer fugas grandes.
- Utilizar equipamento elétrico à prova de explosão.

8.4 Medidas de protecção individual

Protecção respiratória:

- Condições normais (abaixo do limite de exposição): nenhuma protecção especial necessária.
- Concentrações elevadas: recomenda-se um respirador semimáscara com cartucho de vapor orgânico/gás ácido.
- Alta concentração ou resgate/evacuação de emergência: deve usar-se um aparelho respiratório autónomo de pressão positiva (SCBA).

Protecção ocular/facial:

- Manuseamento geral: nenhuma protecção especial necessária.
- Ao manusear líquido ou exposição potencial a líquido: deve usar-se óculos de segurança químicos ou viseira facial para prevenir o congelamento.

Protecção da pele:

- Protecção das mãos: luvas de trabalho gerais para manuseamento normal; luvas isolantes criogénicas (p. ex., luvas de gelo seco, luvas de pele para frio) para contacto com líquido.
- Protecção do corpo: uniforme de trabalho padrão; vestuário resistente ao frio para contacto com líquido.
- Outro: proibido fumar nas áreas de trabalho; evitar a inalação a alta concentração; utilizar um sistema de duas pessoas ao entrar em tanques, espaços confinados ou outras áreas de alta concentração.

8.5 Medidas de higiene

- Remover a roupa contaminada e lavar a pele cuidadosamente após o trabalho.
- Manter boa higiene pessoal.
- Assegurar que a lavagem dos olhos e o duche de emergência estejam disponíveis no local de trabalho.

9 Propriedades físicas e químicas

9.1 Propriedades físicas e químicas básicas

Aparência e odor	Gás incolor com um odor étereo fraco; gasoso à temperatura e pressão ambientes; líquido incolor transparente sob pressão
Limiar olfativo	Indisponível (odor semelhante a éter fraco)
pH	Não aplicável (gás)
Ponto de fusão / Ponto de congelação	-137 °C (-215 °F)
Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição (101,3 kPa)	-19 °C (-2,2 °F)
Ponto de inflamação	Nenhum (gás, mas possui gama de inflamabilidade)
Taxa de evaporação	Indisponível
Inflamabilidade (gás)	Inflamável (inflamabilidade inferior A2L; limites 7,0%-11,5%)
Limites de explosividade (superior/inferior)	Superior: 11,5% (vol); Inferior: 7,0% (vol)
Pressão de vapor (25°C)	360 kPa (pressão de vapor saturada)

Densidade de vapor (ar = 1)	~3,9 (mais pesado que o ar)
Densidade relativa (líquido, 25°C)	1,183 g/cm³
Solubilidade	Ligeiramente solúvel na água; solúvel em etanol, éter e outros solventes orgânicos
Coeficiente de repartição octanol/água (log P)	~1,6 (estimado)
Temperatura de auto-inflamação	~360 °C
Temperatura de decomposição	>400 °C início da decomposição térmica
Velocidade de queima	~1,5 cm/s (extremamente baixa, característica A2L)
Energia mínima de ignição	>1000 mJ (elevada; muito mais difícil de inflamar do que os gases inflamáveis convencionais)

9.2 Propriedades termodinâmicas

Temperatura crítica	109,4 °C (228,9 °F)
Pressão crítica	3636 kPa (3,64 MPa / 527,2 psia)
Densidade crítica	0,473 g/cm³
Calor de vaporização (no ponto de ebulição)	~162 kJ/kg
Calor específico do líquido (25°C)	1,33 kJ/(kg·°C)
Calor específico do gás (25°C, pressão constante)	0,94 kJ/(kg·°C)

9.3 Outros dados de segurança

Grupo de segurança ASHRAE	A2L (toxicidade inferior, inflamabilidade inferior)
Potencial de Empobrecimento da Camada de Ozono (ODP)	0 (não empobrece a camada de ozono; consultar a Secção 12.6)

Potencial de Aquecimento Global (GWP, 100 anos)	<1 (~1; ver a Secção 12.6)
Tempo de vida atmosférico	~14 dias (~2 semanas; degradação rápida)

10 Estabilidade e reactividade

10.1 Reactividade

Estável quimicamente em condições normais de temperatura e pressão; não prontamente reactivo. Não se inflama facilmente em condições normais de funcionamento.

10.2 Estabilidade química

Estável em condições normais de temperatura e pressão.

10.3 Possibilidade de reacções perigosas

- A decomposição térmica a altas temperaturas (>400°C) produz fluoreto de hidrogénio tóxico, monóxido de carbono e fluoreto de carbonilo.
- Pode reagir com metais alcalinos, metais alcalinoterrosos e pó de alumínio a alta temperatura ou em condições específicas.
- Pode sofrer reacções de oxidação-redução com agentes oxidantes fortes.
- A combustão é possível a concentrações específicas (7,0%-11,5%) com uma forte fonte de ignição.

10.4 Condições a evitar

Alta temperatura, chama aberta, fontes de calor direto, arcos elétricos, faíscas electrostáticas, sobrepressão do frasco

10.5 Materiais incompatíveis

Metais reactivos (sódio, potássio, cálcio, pó de alumínio, pó de magnésio, etc.), agentes oxidantes fortes

10.6 Produtos perigosos de decomposição

Fluoreto de hidrogénio (HF), monóxido de carbono (CO), fluoreto de carbonilo (COF_2) e outros compostos fluorados

10.7 Polimerização perigosa

Não ocorrerá.

11 Informação toxicológica

11.1 Informação sobre os efeitos toxicológicos

Toxicidade aguda:

LC de inalação em ratos$_{50}$ (4 h)	>500,000 ppm (acima de 50% vol, concentração máxima testada; não foi observada letalidade)
NOAEL de inalação subcrónica (28/90 dias)	80,000 ppm (concentração máxima sem efeito adverso observado)
LD dérmico em coelhos$_{50}$	Indisponível (substância gasosa)

11.2 Irritação/corrosão cutânea

O contacto com o líquido pode causar congelamento (lesão física), mas a irritação química é ligeira. Classificação GHS: Irritação cutânea Categoria 3 (irritação ligeira, H316).

11.3 Irritação/corrosão ocular

O contacto com o líquido pode causar congelamento grave e lesão corneal. Classificação GHS: Lesões oculares graves / irritação ocular Categoria 2B (H320).

11.4 Sensibilização respiratória ou cutânea

Nenhuma sensibilização comunicada. Os dados disponíveis de testes em animais e de epidemiologia humana não revelam efeito de sensibilização.

11.5 Mutagenicidade em células germinativas

Testes in vitro e in vivo (teste de Ames, teste de aberração cromossómica, teste do micronúcleo em ratos, etc.) não revelam efeito mutagénico.

11.6 Cancerogenicidade

Evidência insuficiente para cancerogenicidade.

- IARC (Agência Internacional para a Investigação do Cancro): Não listado
- ACGIH (Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais): Categoria A4 (Não classificável como carcinógeno humano)
- EPA (Agência de Protecção Ambiental dos EUA): Grupo D (Não classificável quanto à cancerogenicidade humana)

11.7 Toxicidade para a reprodução

Estudos em animais não mostram toxicidade reprodutiva ou de desenvolvimento significativa em altas concentrações. Não existem dados de toxicidade reprodutiva em humanos disponíveis.

11.8 STOT-exposição única

- Efeito narcótico (Categoria 3, H336): A inalação de altas concentrações pode causar depressão do sistema nervoso central, manifestada por tonturas, sonolência, cefaleia e perturbação da consciência.
- Efeitos cardíacos: A exposição a alta concentração pode causar arritmia cardíaca, especialmente sob stresse ou exercício (sensibilização por catecolaminas).

11.9 STOT-exposição repetida

A exposição repetida a baixa concentração não mostra toxicidade significativa para órgãos-alvo. Estudos de inalação subcrónica mostraram um NOAEL de 80,000 ppm sem lesão orgânica clara.

11.10 Perigo por aspiração

Não é expectável causar pneumonia por aspiração na forma gasosa. Contudo, a inalação a alta concentração pode causar depressão do SNC e sensibilização cardíaca.

12 Informação ecológica

12.1 Ecotoxicidade

Toxicidade aguda para peixes (LC_{50}, 96 h)	>100 mg/L (baixa toxicidade para peixes)
Toxicidade aguda para Daphnia (CE_{50}, 48 h)	>100 mg/L
Inibição do crescimento de algas (CE_{50}, 72 h)	>100 mg/L
Toxicidade bacteriana	Indisponível

12.2 Persistência e degradabilidade

- Degradação atmosférica: Degradado principalmente por reação com radicais hidroxilo (OH·); tempo de vida atmosférico ~14 dias (~2 semanas); degradação rápida.
- Biodegradabilidade: Pouco biodegradável (não facilmente degradado por microorganismos).
- Hidrólise: Não facilmente hidrolisado à temperatura ambiente.
- Fotodegradação: Degradado rapidamente por via fotoquímica na atmosfera.

12.3 Potencial de bioacumulação

log P ≈ 1,6. Baixo potencial de bioacumulação (abaixo do limiar de bioconcentração de log P = 4,5).

12.4 Mobilidade no solo

Altamente volátil na forma gasosa. Baixa solubilidade em água. Alta mobilidade. Volatiliza facilmente para a atmosfera quando libertado para o solo.

12.5 Resultados da avaliação PBT e vPvB

Não cumpre os critérios PBT (persistente, bioacumulável e tóxico) / vPvB (muito persistente e muito bioacumulável). O tempo de vida atmosférico extremamente curto (~14 dias) significa que esta substância não é persistente.

12.6 Outros efeitos adversos

- **Potencial de Empobrecimento da Camada de Ozono (ODP):** 0 (não esgota a camada de ozono; substância não ODS da classe HFO)
- **Potencial de Aquecimento Global (GWP, horizonte temporal de 100 anos):** <1 (~1, relativamente a CO_2 = 1); refrigerante com GWP extremamente baixo
- Tempo de vida atmosférico muito curto (~14 dias); impacto negligenciável no aquecimento global; classificado como refrigerante ecologicamente favorável de 4.ª geração.
- Não é uma substância controlada ao abrigo do Protocolo de Montreal. Devido a GWP <1, também não está listado como gás de efeito estufa ao abrigo do Protocolo de Quioto ou do Acordo de Paris.
- Libertações grandes devem continuar a ser controladas; a recuperação e a reutilização são preferíveis.

13 Considerações sobre eliminação

13.1 Métodos de tratamento de resíduos

Produto/resíduos:

- Embora o GWP seja extremamente baixo, não se recomenda a libertação direta para a atmosfera. A recuperação e a reutilização são preferíveis.
- A recuperação e a reciclagem (purificação e reutilização) são a abordagem preferida.
- Se a recuperação não for viável, eliminar através de uma instalação licenciada de tratamento de resíduos perigosos.
- A incineração a alta temperatura com depurador alcalino para remoção de fluoreto é um método aceitável.
- Não descarregar para esgotos, cursos de água ou solo.

Embalagem contaminada:

- Os frascos vazios devem ser devolvidos ao fornecedor ou a uma instalação qualificada para eliminação. Não deitar fora nem cortar frascos vazios.
- Os frascos vazios com pressão residual são geridos como resíduos perigosos.

13.2 Precauções especiais para a eliminação

- Consultar regulamentos nacionais e locais antes da eliminação (p. ex., Lei de Prevenção e Controlo da Poluição por Resíduos Sólidos, Normas de Controlo da Poluição de Armazenamento de Resíduos Perigosos, etc.).
- O pessoal deve usar equipamento de protecção individual adequado (consultar a Secção 8).
- Assegurar boa ventilação para prevenir a asfixia. Eliminar todas as fontes de ignição.
- A eliminação deve ser efectuada por uma instalação qualificada e licenciada.
- Os registos de eliminação devem ser mantidos.

14 Informação sobre o transporte

14.1 Número ONU

3161 (gás liquefeito inflamável, N.E.M.)

14.2 Nome próprio de expedição ONU

GÁS LIQUEFEITO INFLAMÁVEL, N.E.M. (trans-1,3,3,3-Tetrafluoropropeno)

14.3 Classe(s) de perigo de transporte

Classe 2.1 Gás inflamável

14.4 Grupo de embalagem

Não aplicável (os gases da Classe 2 não recebem um grupo de embalagem)

14.5 Marca de embalagem / Rótulo de perigo

- Rótulo de perigo primário: Gás inflamável (vermelho, Classe 2.1)
- Rótulo de perigo subsidiário: Nenhum

14.6 Métodos e materiais de confinamento e embalagem

- Frascos de aço sem costura. Os frascos devem cumprir as normas nacionais aplicáveis (p. ex., GB 5099).
- Tamanhos de embalagem comuns: frascos de 13,6 kg, 100 kg, 400 kg, 800 kg e contentores de Tanque ISO.
- O coeficiente de enchimento não deve exceder 1,1 kg/L.
- Sentido da rosca da saída da válvula do frasco: rosca à esquerda para gases inflamáveis.

14.7 Requisitos especiais para diferentes modos de transporte

Transporte rodoviário:

- Os veículos devem ter licença de transporte de carga perigosa.
- Os frascos devem ter tampas de válvula e anéis de segurança no lugar.
- Os frascos são geralmente colocados deitados com as válvulas apontando na mesma direcção; não empilhar transversalmente. A altura não deve exceder a barra de protecção do veículo.
- Transportar no início da manhã/sera no verão para evitar a luz solar direta.
- Seguir as rotas designadas; não parar em áreas residenciais ou densamente povoadas.
- Os tubos de escape devem estar equipados com apagadores de faíscas.

Transporte ferroviário:

- Proibir a classificação por topo (sem classificação por rolamento livre).
- Transportar em vagões fechados; frascos na vertical ou deitados e fixados.

Transporte marítimo (Código IMDG):

- ONU 3161, Classe 2.1

- Poluente marinho: Não
- Categoria de estiva: D (apenas em convés para gases inflamáveis)

Transporte aéreo (ICAO/IATA DGR):

- ONU 3161, Classe 2.1
- Gás liquefeito inflamável
- Aceitável em aeronaves de passageiros e de carga (sujeito a limites de quantidade e requisitos de embalagem IATA)

14.8 Precauções especiais para o utilizador

- Não co-transportar com oxidantes, metais reactivos ou produtos alimentares/para alimentação animal.
- Os veículos devem estar equipados com equipamento de extinção de incêndio adequado e material de resposta a emergências de fuga.
- O pessoal de transporte deve ser especialmente formado e certificado.
- Proteger da luz solar, da chuva e da alta temperatura durante o trânsito.
- Ao parar durante o percurso, manter afastado do fogo, de fontes de calor e de áreas de alta temperatura.
- Os tubos de escape dos veículos que transportam este produto devem estar equipados com apagadores de faíscas.
- Carregar e descarregar com cuidado para prevenir danos nos frascos e acessórios.

15 Informação regulamentar

15.1 Regulamentos/legislação de segurança, saúde e ambiente específicos da substância ou mistura

Regulamentos internacionais:

- **UN GHS (Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Etiquetagem de Produtos Químicos):**8.ª edição revista
- **Protocolo de Montreal:**Não é uma substância controlada empobrecedora da camada de ozono (ODP = 0)
- **Protocolo de Quioto / Acordo de Paris:** GWP <1; não listado como gás de efeito estufa controlado
- **Regulamento UE REACH (CE 1907/2006):**Substância registada
- **Regulamento UE CLP (CE 1272/2008):**Regulamento de classificação, etiquetagem e embalagem
- **Regulamento F-Gas da UE (CE 517/2014):** Refrigerante da classe HFO; GWP <150; não sujeito a restrições de quota HFC
- **Programa SNAP da EPA dos EUA:** Aprovado para várias aplicações de refrigeração (refrigeração comercial, chillers, etc.)
- **US OSHA HCS 2012:**Norma de Comunicação de Perigos
- **US DOT 49 CFR:**Regulamentos de Transporte de Materiais Perigosos

- **ADR/RID:**Acordo Europeu relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Estrada/Ferrovia
- **Código IMDG:**Código Internacional Marítimo de Mercadorias Perigosas
- **IATA DGR:**Regulamentos de Mercadorias Perigosas da Associação Internacional de Transportes Aéreos

Regulamentação chinesa:

- Regulamento sobre a Gestão de Segurança de Produtos Químicos Perigosos (Decreto do Conselho de Estado n.º 591)
- Catálogo de Produtos Químicos Perigosos (Edição de 2015)
- Série GB 30000: Regras para a classificação e rotulagem de produtos químicos
- GB/T 16483-2008: Ficha de Dados de Segurança para produtos químicos — Conteúdo e ordem das secções
- GBZ 2.1-2019: Limites de exposição ocupacional para agentes perigosos no local de trabalho
- TSG 23-2021: Regulamento técnico de segurança para frascos de gás

15.2 Avaliação da segurança química

A Avaliação da Segurança Química não foi efectuada para esta substância no âmbito desta FDS. Os utilizadores devem efectuar a sua própria avaliação com base nas condições de utilização específicas.

16 Outra informação

16.1 Referências

- Ficha de Dados de Segurança Honeywell para HFO-1234ze(E)
- Chemours (DuPont) Informação Técnica para R1234ze
- Manual ASHRAE - Sistemas e Aplicações de Refrigeração
- ASHRAE Standard 34-2019: Designação e Classificação de Segurança de Refrigerantes
- GB/T 16483-2008 (Conteúdo e ordem das secções na ficha de dados de segurança para produtos químicos)
- Série GB 30000 (Regras para classificação e etiquetagem de produtos químicos)
- UN GHS (Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Etiquetagem de Produtos Químicos), 8.ª edição revista
- Guia WEEL da AIHA (American Industrial Hygiene Association)
- Base de Dados de Compostos PubChem (CID 53734742)

16.2 Abreviaturas

Abreviatura	Termo completo
SDS / MSDS	Ficha de Dados de Segurança / Ficha de Dados de Segurança de Material

GHS	Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Etiquetagem de Produtos Químicos
CAS	Chemical Abstracts Service (número de registo)
UN	Nações Unidas (número de mercadorias perigosas)
ODP	Potencial de Empobrecimento da Camada de Ozono
GWP	Potencial de Aquecimento Global
LC_{50}	Concentração Letal, 50%
LD_{50}	Dose Letal, 50%
NOAEL	Nível de Efeito Adverso Não Observado
WEEL	Nível de Exposição Ambiental no Local de Trabalho
TLV-TWA	Valor Limite de Exposição - Média Ponderada no Tempo
PEL	Limite de Exposição Permitido
SCBA	Aparelho Respiratório Autónomo
PBT	Persistente, Bioacumulável e Tóxico
HFO	Hidrofluoroolefina
ORC	Ciclo Orgânico de Rankine
IARC	Agência Internacional para a Investigação do Cancro
ACGIH	Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais
STOT	Toxicidade Específica para Órgãos-Alvo

16.3 Aviso de exoneração de responsabilidade

Esta Ficha de Dados de Segurança (FDS) foi elaborada em conformidade com a norma UN GHS e os requisitos regulamentares aplicáveis. As informações aqui contidas baseiam-se em bases de dados químicas publicamente disponíveis, literatura técnica e normas nacionais, e acredita-se que são exatas e completas à data de emissão. Contudo, não é feita qualquer garantia, expressa ou implícita, quanto à exatidão, completude ou fiabilidade absoluta das informações. Os utilizadores devem verificar a aplicabilidade das informações às suas condições específicas de utilização e consultar a FDS oficial fornecida pelo fabricante/fornecedor para efeitos de conformidade. As informações deste documento podem ser

atualizadas à medida que novos resultados de investigação e alterações regulamentares se tornem disponíveis; recomenda-se a revisão periódica da última versão.