

Scheda di Dati di Sicurezza (SDS)

Refrigerante R513A (miscela HFO/HFC, R1234yf/R134a = 56/44)

N. CAS: Nessun CAS singolo (miscela) Numero ONU: 3161 Data di emissione: Aug 29, 2026 Versione: 1.0

1 Identificazione

1.1 Identificatore del prodotto

Nome chimico	Refrigerante R513A (miscela HFO/HFC)
Nomi comuni / sinonimi	R513A, R-513A, Opteon XP5 (marca Chemours), miscela HFO/HFC
Numero CAS	Nessun numero CAS unico (miscela; vedere le informazioni sulla composizione)
Numero ONU	3161 (gas infiammabile liquefatto)
Codice delle merci pericolose	Classe 2.1 Gas infiammabile
Composizione	R1234yf (56% in massa) + R134a (44% in massa)
Peso molecolare	108,6 g/mol (media ponderata della miscela)
Uso raccomandato	Refrigerante sostitutivo diretto per R134a, refrigerazione commerciale, condizionamento dell'aria per autoveicoli, refrigeratori, distributori automatici, ecc.

1.2 Dettagli del fornitore della scheda di dati di sicurezza

Nome del fornitore	Hangzhou Wula Chemical Co., Ltd.
Indirizzo	N. 7 Longtan Road, Distretto di Yuhang, Hangzhou, Provincia di Zhejiang, Cina
Codice postale	311100
Telefono	+86-571-87024025
Fax	+86-571-87024025
E-mail	safety@wulachem.cn

1.3 Numero di telefono di emergenza

Linea di emergenza chimica nazionale (Cina): +86-532-83889090 (24 ore)

Contatto di emergenza del fornitore: +86-571-87024025

2 Identificazione dei pericoli

2.1 Classificazione GHS

Classificazione di pericolo:

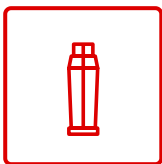
- Gas infiammabile (pericolo fisico) — Categoria 2
- Gas compresso (Pericolo fisico) — Gas liquefatto
- Lesioni oculari gravi / irritazione oculare (Pericolo per la salute) — Categoria 2B
- Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione singola (Pericolo per la salute, effetto narcotico) — Categoria 3

Nota: R513A è classificato come gruppo di sicurezza ASHRAE A2L (tossicità inferiore, infiammabilità inferiore). L'infiammabilità è ereditata dal componente R1234yf (56%). È infiammabile solo in condizioni di concentrazione specifiche (~8,7%-12,0% in volume nell'aria) e con una forte fonte di ignizione. La velocità di combustione è estremamente bassa (<10 cm/s), rendendolo molto più difficile da infiammare rispetto ai gas infiammabili convenzionali. L'ustione da freddo dovuta al contatto con il liquido è una lesione fisica da bassa temperatura.

2.2 Elementi dell'etichetta GHS



GHS02 Inflammabile



GHS04 Bombola di gas



GHS07 Punto esclamativo

Parola di segnalazione: **AVVERTENZA**

Indicazioni di pericolo:

- H221** Gas infiammabile.
- H280** Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato.
- H316** Provoca una lieve irritazione cutanea.
- H320** Provoca irritazione oculare.
- H336** Può provocare sonnolenza o vertigini.

Nota: H316/H320 sono codici standard di indicazione di pericolo GHS. Il meccanismo di lesione cutanea/oculare è un'ustione criogenica fisica; i codici sono utilizzati per rappresentare effetti di pericolo simili. L'infiammabilità è ereditata dal componente R1234yf (56%); il componente R134a (44%) è di per sé non infiammabile.

Consigli prudenziali:

- P102** Tenere fuori dalla portata dei bambini.
- P210** Tenere lontano da calore, superfici calde, scintille, fiamme libere e altre fonti di innesco. Non fumare.
- P264** Lavare accuratamente ... dopo l'uso.
- P271** Utilizzare solo all'aperto o in luogo ben ventilato.
- P280** Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso.
- P305+P351+P338** IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: Sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.
- P332+P313** In caso di irritazione della pelle: Consultare un medico.
- P377** In caso di incendio dovuto a perdita di gas: non estinguere, a meno che la perdita non possa essere fermata in sicurezza.
- P381** In caso di perdita, eliminare tutte le fonti di innesco.
- P403** Conservare in luogo ben ventilato.
- P410+P403** Proteggere dalla luce solare. Conservare in luogo ben ventilato.
- P405** Conservare sotto chiave.

2.3 Altri pericoli

- Il vapore è più pesante dell'aria (~3,75 volte la densità dell'aria) e può diffondersi per lunghe distanze al suolo, creando un ambiente povero di ossigeno nelle zone basse.
- Classificato come refrigerante A2L (debolmente infiammabile); l'infiammabilità è ereditata dal componente R1234yf. Difficile da infiammare a temperatura ambiente; la combustione richiede una forte fonte di ignizione e una concentrazione entro i limiti di infiammabilità (~8,7%-12,0% in volume nell'aria).
- La decomposizione termica ad alte temperature (>400°C) produce gas tossici e corrosivi (fluoruro di idrogeno, monossido di carbonio, fluoruro di carbonile, ecc.).
- Le bombole possono rompersi o esplodere se riscaldate a causa dell'aumento della pressione interna.
- Miscela near-azeotropa (glide termico <0,5°C); proprietà termodinamiche simili a R134a, adatta come sostitutivo diretto.

3

Composizione/informazioni sugli ingredienti

3.1 Sostanza/miscela

Questo prodotto è una miscela, ottenuta dalla miscelazione di due refrigeranti in rapporto fisso.

3.2 Informazioni sulla composizione

Nome del componente	CAS N..	Formula molecolare	Concentrazione (in massa)

2,3,3,3-Tetrafluoropropene (R1234yf / HFO-1234yf)	754-12-1	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$ ($\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_4$)	56%
1,1,1,2-Tetrafluoroetano (R134a / HFC-134a)	811-97-2	CH_2FCF_3 ($\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$)	44%

3.3 Caratteristiche della miscela

Tipo di miscela	Miscela near-azeotropa (refrigerante near-azeotropo)
Slittamento di temperatura	<0,5°C (minimo; comportamento near-azeotropo)
Stabilità della composizione	Il rapporto di composizione rimane quasi costante sia in fase liquida che in fase di vapore; adatto per sistemi di refrigerazione a espansione diretta

3.4 Informazioni sulle impurità

Impurità	Limite di specifica
Acidità (come HCl)	≤ 1 ppm
Umidità	≤ 10 ppm
Residuo di evaporazione	≤ 100 ppm
Gas non condensabile (25°C, vol%)	$\leq 1.5\%$
Cloruri	Superato

4 Misure di primo soccorso

4.1 Descrizione delle misure di primo soccorso necessarie

Consigli generali: Allontanare immediatamente la vittima dall'area contaminata. Mantenere al caldo e a riposo. Mostrare questa SDS al medico curante. Eliminare tutte le fonti di innesco.

Inalazione:

- Allontanare immediatamente la vittima in aria aperta. Mantenere libere le vie respiratorie.
- Somministrare ossigeno se la respirazione è difficile.
- In assenza di respirazione, praticare la respirazione artificiale (preferibilmente con ambù o maschera tascabile; evitare il boca a boca).
- In assenza di polso, iniziare immediatamente la rianimazione cardiopolmonare (RCP).
- Tenere la vittima al caldo e a riposo. Monitorare attentamente le condizioni.
- Consultare immediatamente un medico.

Contatto cutaneo (ustione da freddo):

- Sciacquare immediatamente la zona interessata con grandi quantità di acqua tiepida (37–40°C) per favorire il riscaldamento.
- NON usare acqua calda (>40°C) o calore diretto (e.g., riscaldatori elettrici).
- NON strofinare o massaggiare la zona congelata; questo può peggiorare il danno tissutale.
- Rimuovere con cautela gli indumenti congelati. Se gli indumenti aderiscono alla pelle, NON strapparli; tagliare intorno.
- Coprire con una medicazione sterile.
- Consultare immediatamente un medico.

Contatto oculare:

- Aprire immediatamente le palpebre e sciacquare abbondantemente con molta acqua o soluzione fisiologica per almeno 15 minuti.
- Assicurare un'irrigazione completa di tutte le superfici oculari sollevando le palpebre superiori e inferiori.
- Rimuovere le lenti a contatto se presenti e facilmente rimovibili.
- Consultare immediatamente un medico, preferibilmente un oftalmologo.

Ingestione:

Non applicabile. Questa sostanza è un gas a temperatura ambiente; non è prevista esposizione per ingestione.

4.2 Sintomi ed effetti più importanti, sia acuti che ritardati

- Inalazione acuta: capogiri, sonnolenza, cefalea, nausea, atassia, perdita di coscienza, aritmia cardiaca.
- Contatto cutaneo (liquido): ustione da freddo (pelle pallida, dura, dolore, formazione di vesciche), lieve irritazione cutanea.
- Contatto oculare (liquido): ustione da freddo grave, danno corneale, compromissione visiva.
- L'esposizione ad alta concentrazione può causare depressione del sistema nervoso centrale e sensibilizzazione cardiaca.

4.3 Indicazione di qualsiasi attenzione medica immediata e trattamento speciale necessario**Note per i medici:**

- Terapia sintomatica e di supporto. Mantenere le vie respiratorie; somministrare ossigeno se necessario.
- Monitorare la funzione cardiaca; l'esposizione ad alta concentrazione può causare aritmie.
- Evitare farmaci catecolaminici (es. epinefrina/adrenalina) — possono aumentare la sensibilità del miocardio agli idrocarburi fluorurati e precipitare fibrillazione ventricolare.
- Trattare le ustioni da freddo secondo i protocolli standard: lukewarm acqua (37–40°C) rewarming. NON usare calore secco o massaggi.

- Se si sospetta esposizione a prodotti di decomposizione termica (fluoruro di idrogeno), monitorare i livelli di calcio e potassio nel sangue; somministrare gluconato di calcio se necessario.

5 Misure antincendio

5.1 Mezzi di estinzione

Mezzi di estinzione adatti: Questa sostanza è un gas A2L (bassa infiammabilità) e combustibile solo in condizioni specifiche. Polvere chimica secca, anidride carbonica, nebbia d'acqua e schiuma sono accettabili.

Mezzi di estinzione inadatti: Evitare getti d'acqua diretti sul gas in perdita (possono accelerare la dispersione e l'evaporazione). L'irrorazione d'acqua può essere utilizzata per raffreddare i contenitori.

5.2 Pericoli specifici derivanti dalla sostanza o miscela

Caratteristiche di bassa infiammabilità A2L:

- R513A è classificato come ASHRAE A2L (debolmente infiammabile); l'infiammabilità è ereditata dal componente R1234yf (56%), mentre il componente R134a (44%) è di per sé non infiammabile.
- Intervallo di infiammabilità ristretto (~8,7%-12,0% in volume nell'aria), elevata energia minima di ignizione e velocità di combustione estremamente bassa (~3-4 cm/s), di gran lunga inferiore ai gas infiammabili comuni.
- In condizioni di utilizzo normali senza una forte fonte di innesco, l'accensione è altamente improbabile.
- Tuttavia, in spazi confinati in cui la concentrazione rientra nei limiti di infiammabilità e è presente una forte fonte di innesco (ad es. arco elettrico, fiamma aperta), la combustione è possibile.

- La decomposizione termica ad alte temperature (>400°C) produce gas tossici e corrosivi: fluoruro di idrogeno, monossido di carbonio, fluoruro di carbonile, ecc.
- Le bombole possono rompersi o esplodere se riscaldate a causa dell'aumento della pressione interna.
- Può reagire con metalli alcalini, metalli alcalino-terrosi e polvere di alluminio in determinate condizioni.

5.3 Prodotti di combustione pericolosi

Fluoro di idrogeno (HF), monossido di carbonio (CO), fluoro di carbonile (COF₂) e altri composti fluorurati.

5.4 Consigli per i vigili del fuoco

- I vigili del fuoco devono indossare un autorespiratore a pressione positiva (SCBA) e indumenti di protezione completa ignifughi.
- Se possibile, spostare i contenitori dalla zona di incendio in un luogo sicuro.
- Raffreddare i contenitori con spruzzi d'acqua da distanza di sicurezza fino allo spegnimento dell'incendio.

- Evacuare immediatamente se i contenitori mostrano scolorimento o se i dispositivi di sicurezza di pressione iniziano a sfiatare.
- Isolare la zona; tenere fuori il personale non autorizzato.
- Per incendio da gas in perdita: non estinguere a meno che la perdita non possa essere interrotta in sicurezza (principio P377); chiudere prima la fonte di gas.
- Evitare getti d'acqua diretti sul gas liquefatto in perdita, poiché ciò accelererebbe l'evaporazione e la dispersione.

6 Misure in caso di rilascio accidentale

6.1 Precauzioni personali, dispositivi di protezione e procedure di emergenza

- Evacuare immediatamente il personale dalla zona di perdita verso posizioni sopravento. Stabilire un perimetro e limitare l'accesso.
- Il personale di intervento di emergenza deve indossare SCBA, indumenti da lavoro standard, guanti criogenici e protezione per gli occhi.
- Entrare dalla direzione sopravento.
- Eliminare immediatamente tutte le fonti di innesco, le fonti di calore e le scintille elettriche (principio P381).
- Bloccare la perdita se ciò può essere fatto in sicurezza.
- Non toccare o camminare nel materiale fuoriuscito.
- Mantenere personale di contatto per le emergenze per il supporto esterno.

6.2 Precauzioni ambientali

- Impedire al gas di entrare nelle fognature, nei seminterrati o negli spazi confinati.
- Ventilare la zona per accelerare la dispersione.
- Ridurre al minimo le emissioni; recuperare ogni volta che possibile.
- Evitare il rilascio nell'atmosfera, nelle acque o nel suolo.

6.3 Metodi e materiali per il contenimento e la pulizia

- **Perdita piccola:** Aumentare la ventilazione per accelerare la dispersione del gas. Monitorare i livelli di ossigeno e la concentrazione di gas combustibile per prevenire asfissia e combustione. Eliminare tutte le fonti di innesco.
- **Perdita grande:**
 - Chiudere la valvola di origine se è sicuro farlo.
 - Recuperare utilizzando apparecchiature dedicate per il recupero del gas.
 - Se il recupero non è possibile, utilizzare nebbia d'acqua per diluire e disciogliere il gas (prevenire l'inquinamento idrico).
 - Se la valvola della bombola non può essere chiusa, spostare la bombola in un'area sicura e ventilata e farla sfiatare lentamente; assicurarsi che non vi siano fonti di innesco.

- **Perdita di bombola:** Spostare la bombola in un'area sicura ben ventilata e scaricarla lentamente. Se la valvola non può essere chiusa, contattare il fornitore per una gestione professionale.

6.4 Riferimenti

Vedere sezione 8 (Controlli dell'esposizione/protezione individuale) e sezione 13 (Considerazioni sullo smaltimento).

Pericolo critico: Il vapore di R513A è circa 3,75 volte più pesante dell'aria e si accumulerà in aree basse e confinate, creando un'atmosfera povera di ossigeno e potenzialmente raggiungendo concentrazioni infiammabili. Controllare sempre i livelli di ossigeno (devono essere $\geq 19,5\%$) e la concentrazione di gas infiammabile prima di entrare in spazi confinati o aree basse, e adottare il lavoro in coppia. Eliminare tutte le fonti di ignizione.

7 Manipolazione e stoccaggio

7.1 Precauzioni per la manipolazione sicura

- Manipolare in sistemi chiusi con adeguata ventilazione naturale o aspirazione localizzata.
- Il personale deve essere appositamente formato e seguire rigorosamente le procedure operative. Solo personale certificato.
- Impedire le perdite di gas nell'atmosfera del luogo di lavoro.
- Mantenere lontano da fuoco, fonti di calore e fiamme libere. Non fumare nelle aree di lavoro. Utilizzare sistemi di ventilazione e apparecchiature elettriche antideflagranti.
- Evitare il contatto con metalli reattivi e comburenti forti.
- Manipolare le bombole con cura; non far cadere, scivolare, rotolare o urtare le bombole. Utilizzare idonee attrezzature di sollevamento.
- Dotare l'area di attrezzature per interventi di emergenza su perdite e di rivelatori di gas combustibile.
- Indossare guanti isolanti e protezione degli occhi/del viso quando si manipola il liquido per prevenire le ustioni da freddo.
- Vietare l'uso di apparecchiature e strumenti che possono generare scintille.
- Ispezionare periodicamente bombole, valvole e tubazioni per rilevare perdite.

7.2 Condizioni per lo stoccaggio sicuro, incluse eventuali incompatibilità

- Conservare in un magazzino per gas infiammabili fresco, asciutto e ben ventilato.
- La temperatura di conservazione non deve superare 45°C. Tenere lontano da fiamme, sorgenti di calore e luce solare diretta.
- Conservare separatamente da comburenti e metalli reattivi. Non stoccare insieme a materiali incompatibili.
- L'area di stoccaggio deve essere dotata di attrezzature di risposta alle emergenze per le perdite e di rilevatori di gas infiammabile.

- Le bombole devono essere conservate in posizione verticale con cappucci per valvole e anelli di sicurezza in posizione, adeguatamente fissate per evitare cadute.
- Utilizzare impianti di illuminazione e ventilazione a prova di esplosione.
- Vietare l'uso di apparecchiature e strumenti che possono generare scintille.
- Il coefficiente di riempimento non deve superare 1,1 kg/L.
- Affiggere segnali di avvertimento di sicurezza chiari e etichette «Gas infiammabile» nelle aree di stoccaggio.
- Implementare un sistema di ricezione/rilascio a due persone e di custodia a due persone.

7.3 Usi finali specifici

Solo per uso industriale. Il personale deve essere professionalmente formato. Adatto per refrigerazione commerciale, condizionamento dell'aria per autoveicoli, refrigeratori, distributori automatici, refrigerazione/congelazione per supermercati, ecc. In quanto sostitutivo diretto di R134a, può essere caricato direttamente nei sistemi R134a esistenti (riduzione del GWP del 56% rispetto a R134a). Non utilizzare per contatto diretto con alimenti, inalazione medica o altre applicazioni non approvate.

8 Controlli dell'esposizione/protezione individuale

8.1 Parametri di controllo

VLE cinese (Limite di Esposizione Lavorativa)	Nessun limite legale stabilito. Si raccomanda di fare riferimento agli standard internazionali per ciascun componente.
Componente R1234yf — AIHA WEEL-TWA	500 ppm (approx. 2400 mg/m ³), media ponderata su 8 ore
Componente R134a — ACGIH TLV-TWA	1000 ppm (approx. 4170 mg/m ³), media ponderata su 8 ore
Limite raccomandato per la miscela	Utilizzare il limite più prudentiale del R1234yf di 500 ppm come riferimento operativo per la miscela
Valore limite biologico	Non stabilito

Nota: Secondo GBZ 2.1-2019 (Limiti di esposizione professionale per agenti pericolosi sul luogo di lavoro — Parte 1: Agenti chimici), questa miscela non è attualmente elencata nella tabella cinese OEL. Si raccomanda di fare riferimento agli standard internazionali per ciascun componente.

8.2 Metodi di monitoraggio dell'esposizione

Cromatografia a gas con rilevamento a ionizzazione di fiamma (GC-FID) o spettrometria di massa (GC-MS), oppure analizzatori a gas a infrarossi e sensori elettrochimici per il monitoraggio in campo.

8.3 Controlli tecnici appropriati

- Progettazione di processo chiusa con ventilazione generale o aspirazione localizzata.
- Fornire doccia di sicurezza e stazione di lavaggio oculare.
- Installare allarmi di rilevamento del gas combustibile nelle aree in cui possono verificarsi grandi perdite.
- Utilizzare apparecchiature elettriche a prova di esplosione.

8.4 Misure di protezione individuale

Protezione respiratoria:

- Condizioni normali (al di sotto del limite di esposizione): non è richiesta alcuna protezione speciale.
- Concentrazioni elevate: si raccomanda un respiratore semifacciale con cartuccia per vapori organici/gas acidi.
- Alta concentrazione o soccorso/evacuazione di emergenza: è obbligatorio indossare un autorespiratore a pressione positiva (SCBA).

Protezione degli occhi/del viso:

- Manipolazione generale: non è richiesta protezione speciale.
- Quando si manipola liquido o c'è potenziale esposizione a liquido: devono essere indossati occhiali di sicurezza chimici o schermo facciale per prevenire ustioni da freddo.

Protezione cutanea:

- Protezione delle mani: guanti da lavoro generici per la manipolazione normale; guanti isolanti criogenici (es. guanti per ghiaccio secco, guanti freddi in pelle) per il contatto con il liquido.
- Protezione del corpo: divisa da lavoro standard; indumenti resistenti al freddo per il contatto con il liquido.
- Altro: non fumare nelle aree di lavoro; evitare l'inalazione ad alta concentrazione; utilizzare un sistema di accompagnamento quando si entrano in serbatoi, spazi confinati o altre aree ad alta concentrazione.

8.5 Misure di igiene

- Rimuovere gli indumenti contaminati e lavare accuratamente la pelle dopo il lavoro.
- Mantenere una buona igiene personale.
- Assicurarsi che stazione di lavaggio oculare e doccia di emergenza siano disponibili sul luogo di lavoro.

9

Proprietà fisiche e chimiche

9.1 Proprietà fisiche e chimiche di base

Aspetto e odore	Gas incolore con lieve odore etereo; gassoso a temperatura e pressione ambiente; liquido trasparente incolore sotto pressione
Soglia olfattiva	Non disponibile (lieve odore simile a etere)
pH	Non applicabile (gas)

Punto di fusione / Punto di congelamento	Non applicabile (miscela, near-azeotropa)
Punto di ebollizione / Intervallo di ebollizione (101.3 kPa)	-29,2 °C (-20,6 °F) (near-azeotropa; glide termico <0,5°C)
Punto di infiammabilità	Nessuno (gas, ma presenta un intervallo di infiammabilità)
Tasso di evaporazione	Non disponibile
Infiammabilità (gas)	Infiammabile (A2L debolmente infiammabile; limiti ~8,7%-12,0%)
Limiti di esplosività (superiore/inferiore)	Superiore: ~12,0% (vol); Inferiore: ~8,7% (vol)
Pressione di vapore (25°C)	580 kPa (pressione di vapore saturo)
Densità di vapore (aria = 1)	~3,75 (più pesante dell'aria)
Densità relativa (liquido, 25°C)	1,155 g/cm ³
Solubilità	Poco solubile in acqua; solubile in etanolo, etere e altri solventi organici
Coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (log P)	~0,9 (stimato, ponderato per componenti)
Temperatura di autoaccensione	~630 °C (ereditato dal componente R1234yf)
Temperatura di decomposizione	>400 °C inizio della decomposizione termica
Velocità di combustione	~3-4 cm/s (estremamente bassa, caratteristica A2L)
Slittamento di temperatura	<0,5°C (caratteristica di miscela near-azeotropa)

9.2 Proprietà termodinamiche

Temperatura critica	99,6 °C (211,3 °F)
Pressione critica	3588 kPa (3,59 MPa / 520,3 psia)
Densità critica	0,489 g/cm ³
Calore di vaporizzazione (al punto di ebollizione)	~172 kJ/kg

Calore specifico del liquido (25°C)	1,40 kJ/(kg·°C)
Calore specifico del gas (25°C, pressione costante)	0,95 kJ/(kg·°C)

9.3 Altri dati di sicurezza

gruppo di sicurezza ASHRAE	A2L (tossicità inferiore, infiammabilità inferiore)
Potenziale di deplezione dell'ozono (ODP)	0 (non riduce lo strato di ozono; vedere Sezione 12.6)
Potenziale di riscaldamento globale (GWP, 100 anni)	~573 (media ponderata di R134a e R1234yf; vedere la Sezione 12.6)
Vita atmosferica	Componente R1234yf: ~12 giorni; Componente R134a: ~14 anni (i componenti si degradano indipendentemente)

10 Stabilità e reattività

10.1 Reattività

Chimicamente stabile in condizioni normali di temperatura e pressione; non facilmente reattivo. Non facilmente infiammabile in condizioni operative normali.

10.2 Stabilità chimica

Stabile in condizioni normali di temperatura e pressione. In quanto miscela near-azeotropa, i componenti non reagiscono chimicamente tra loro.

10.3 Possibilità di reazioni pericolose

- La decomposizione termica a temperature elevate (>400°C) produce fluoruro di idrogeno tossico, monossido di carbonio e fluoruro di carbonile.
- Può reagire con metalli alcalini, metalli alcalino-terrosi e polvere di alluminio ad alta temperatura o in condizioni specifiche.
- Può subire reazioni di ossido-riduzione con comburenti forti.
- La combustione è possibile a concentrazioni specifiche (~8,7%-12,0%) con una forte fonte di ignizione (infiammabilità ereditata dal componente R1234yf).

10.4 Condizioni da evitare

Alta temperatura, fiamma aperta, fonti di calore dirette, archi elettrici, scintille elettrostatiche, sovrappressione della bombola

10.5 Materiali incompatibili

Metalli reattivi (sodio, potassio, calcio, polvere di alluminio, polvere di magnesio, ecc.), comburenti forti

10.6 Prodotti di decomposizione pericolosi

Fluoro di idrogeno (HF), monossido di carbonio (CO), fluoro di carbonile (COF₂) e altri composti fluorurati

10.7 Polimerizzazione pericolosa

Non si verifica.

11 Informazioni tossicologiche

11.1 Informazioni sugli effetti tossicologici

Tossicità acuta:

Ratto, inalazione CL ₅₀ (4 h) — miscela	> 500.000 ppm (concentrazione più alta testata per la miscela; nessuna letalità osservata)
Componente R1234yf: ratto, inalazione CL ₅₀ (4 h)	> 500,000 ppm
Componente R134a: ratto, inalazione CL ₅₀ (4 h)	> 500,000 ppm
Coniglio, dermica DL ₅₀	Non disponibile (sostanza gassosa)

11.2 Irritazione cutanea/corrosione

Il contatto con il liquido può causare ustione da freddo (lesione fisica), ma l'irritazione chimica è lieve. Classificazione GHS: Irritazione cutanea Categoria 3 (irritazione lieve, H316).

11.3 Irritazione oculare/corrosione

Il contatto con il liquido può causare ustione da freddo grave e danni corneali. Classificazione GHS: Gravi danni oculari/irritazione oculare Categoria 2B (H320).

11.4 Sensibilizzazione respiratoria o cutanea

Nessuna sensibilizzazione segnalata. Entrambi i componenti (R1234yf e R134a) non mostrano effetti di sensibilizzazione nei dati disponibili da test su animali e da dati epidemiologici umani.

11.5 Mutagenicità sulle cellule germinali

Test in vitro e in vivo (test di Ames, test delle aberrazioni cromosomiche, test del micronucleo nel topo, ecc.) per entrambi i componenti non mostrano alcun effetto mutageno.

11.6 Cancerogenicità

Nessuno dei due componenti presenta prove sufficienti di cancerogenicità.

- IARC (Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro): entrambi i componenti non elencati

- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists): sia R1234yf che R134a sono Categoria A4 (non classificabile come cancerogeno per l'uomo)
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency): entrambi i componenti appartengono al Gruppo D (non classificabile per quanto riguarda la cancerogenicità umana)

11.7 Tossicità riproduttiva

Gli studi sugli animali per entrambi i componenti non mostrano tossicità riproduttiva o evolutiva significativa ad alte concentrazioni. Non sono disponibili dati di tossicità riproduttiva sull'uomo.

11.8 Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione singola

- Effetto narcotico (Categoria 3, H336): L'inalazione di alte concentrazioni può causare depressione del sistema nervoso centrale, manifestata come vertigini, sonnolenza, cefalea e compromissione della coscienza.
- Effetti cardiaci: l'esposizione ad alta concentrazione può causare aritmia cardiaca, specialmente sotto stress o esercizio (sensibilizzazione da catecolamine).

11.9 Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione ripetuta

Entrambi i componenti non mostrano tossicità significativa per organi bersaglio da esposizione ripetuta a bassa concentrazione. Studi a lungo termine di inalazione su animali non hanno mostrato danni d'organo evidenti.

11.10 Pericolo per aspirazione

Non è prevista polmonite da aspirazione in forma gassosa. Tuttavia, l'inalazione ad alta concentrazione può causare depressione del SNC e sensibilizzazione cardiaca.

12 Informazioni ecologiche

12.1 Ecotossicità

Pesci, tossicità acuta (CL ₅₀ , 96 h)	> 100 mg/L (bassa tossicità per i pesci; entrambi i componenti sono a bassa tossicità)
Dafnia, tossicità acuta (CE ₅₀ , 48 h)	> 100 mg/L
Inibizione della crescita delle alghe (CE ₅₀ , 72 h)	> 100 mg/L
Tossicità batterica	Non disponibile

12.2 Persistenza e degradabilità

- Componente R1234yf: degradazione atmosferica principalmente per reazione con i radicali idrossilici (OH·); tempo di permanenza in atmosfera ~12 giorni; degradazione rapida.

- Componente R134a: tempo di permanenza in atmosfera ~14 anni; degradazione più lenta.
- Biodegradabilità: entrambi i componenti sono scarsamente biodegradabili (non facilmente degradati dai microrganismi).
- Idrolisi: Non si idrolizza facilmente a temperatura ambiente.
- Fotodegradazione: il componente R1234yf è rapidamente degradata fotochimicamente nell'atmosfera; il componente R134a si degrada più lentamente.

12.3 Potenziale di bioaccumulo

$\log P \approx 0,9$ (stima ponderata). Basso potenziale di bioaccumulo (al di sotto della soglia di bioconcentrazione di $\log P = 4,5$).

12.4 Mobilità nel suolo

Molto volatile in forma gassosa. Bassa solubilità in acqua. Alta mobilità. Si volatilizza facilmente nell'atmosfera se rilasciato nel suolo.

12.5 Risultati della valutazione PBT e vPvB

Non soddisfa i criteri PBT (persistente, bioaccumulabile e tossico) / vPvB (molto persistente e molto bioaccumulabile).

12.6 Altri effetti avversi

- **Potenziale di deplezione dell'ozono (ODP):**0 (entrambi i componenti hanno $ODP = 0$; non esauriscono lo strato di ozono)
- **Potenziale di riscaldamento globale (GWP, orizzonte temporale di 100 anni):**~573 (media ponderata del GWP di R1234yf < 1 e del GWP di R134a ≈ 1300 : $0,56 \times 1 + 0,44 \times 1300 \approx 573$), rispetto a $CO_2 = 1$
- Rispetto a R134a (GWP ≈ 1300), il GWP è ridotto di circa il 56%, rendendo R513A un'alternativa a minor GWP rispetto a R134a.
- Sostanza non controllata ai sensi del Protocollo di Montreal. Il componente R134a è elencato come gas serra ai sensi del Protocollo di Kyoto e dell'Accordo di Parigi, ma il GWP complessivo della miscela è relativamente basso.
- Le emissioni di grandi dimensioni devono comunque essere controllate; il recupero e il riutilizzo sono preferiti.

13 Considerazioni sullo smaltimento

13.1 Metodi di trattamento dei rifiuti

Prodotto/residui:

- Il rilascio diretto in atmosfera non è raccomandato (contiene il componente R134a, che ha effetto serra). È preferibile il recupero e il riutilizzo.
- Il recupero e il riciclaggio (purificazione e riutilizzo) sono l'approccio preferito.

- Se il recupero non è praticabile, smaltire tramite un impianto autorizzato di trattamento dei rifiuti pericolosi.
- L'incenerimento ad alta temperatura con scrubber alcalino per la rimozione dei fluoruri è un metodo accettabile.
- Non scaricare nelle fognature, nelle acque o nel suolo.

Imballaggio contaminato:

- Le bombole vuote devono essere restituite al fornitore o a una struttura qualificata per lo smaltimento. Non gettare o tagliare le bombole vuote.
- Le bombole vuote con pressione residua sono gestite come rifiuti pericolosi.

13.2 Precauzioni speciali per lo smaltimento

- Fare riferimento alle normative nazionali e locali prima dello smaltimento (e.g., Legge sulla prevenzione e il controllo dell'inquinamento da rifiuti solidi, Norme sul controllo dell'inquinamento da stoccaggio rifiuti pericolosi, etc.).
- Il personale deve indossare adeguati dispositivi di protezione individuale (vedere sezione 8).
- Garantire una buona ventilazione per prevenire l'asfissia. Eliminare tutte le fonti di innesco.
- Lo smaltimento deve essere effettuato da una struttura qualificata e autorizzata.
- I registri di smaltimento devono essere conservati.

14 Informazioni sul trasporto

14.1 Numero ONU

3161 (gas liquefatto infiammabile, N.O.S.)

14.2 Nome ufficiale di trasporto un

GAS LIQUEFATTO INFIAMMABILE, N.E.S. (Refrigerante R513A)

14.3 Classe(i) di pericolo per il trasporto

Classe 2.1 Gas infiammabile

14.4 Gruppo di imballaggio

Non applicabile (i gas di Classe 2 non hanno gruppo di imballaggio)

14.5 Marchio di imballaggio / Etichetta di pericolo

- Etichetta di pericolo principale: Gas infiammabile (rosso, Classe 2.1)
- Etichetta di pericolo secondario: Nessuno

14.6 Metodi e materiali per il contenimento e l'imballaggio

- Bombole in acciaio senza saldatura. Le bombole devono essere conformi agli standard nazionali applicabili (es. GB 5099).

- Dimensioni di imballaggio comuni: bombole da 13.6 kg, 100 kg, 400 kg, 800 kg e container cisterna ISO.
- Il coefficiente di riempimento non deve superare 1,1 kg/L.
- Direzione della filettatura dell'uscita della valvola della bombola: filettatura sinistra per gas infiammabili.

14.7 Requisiti speciali per diversi modi di trasporto

Trasporto stradale:

- I veicoli devono avere la licenza di trasporto di merci pericolose.
- Le bombole devono avere cappucci per valvole e anelli di sicurezza in posizione.
- Le bombole sono generalmente posate a piatto con le valvole rivolte nella stessa direzione; non impilare trasversalmente. L'altezza non deve superare il parapetto del veicolo.
- Trasportare durante la mattina presto/la sera in estate per evitare la luce solare diretta.
- Seguire le rotte designate; non fermarsi in aree residenziali o densamente popolate.
- I tubi di scarico devono essere dotati di arrestoscintille.

Trasporto ferroviario:

- Vietare lo smistamento a gravità (nessuna classificazione a rotolamento libero).
- Trasportare in carri chiusi; bombole in posizione verticale o posate a piatto e fissate.

Trasporto marittimo (Codice IMDG):

- ONU 3161, Classe 2.1
- Inquinante marino: N.
- Categoria di stivaggio: D (solo sul ponte per i gas infiammabili)

Trasporto aereo (ICAO/IATA DGR):

- ONU 3161, Classe 2.1
- Gas liquefatto infiammabile
- Accettabile su aeromobili passeggeri e merci (subordinato a limiti di quantità e requisiti di imballaggio IATA)

14.8 Precauzioni speciali per l'utilizzatore

- Non trasportare insieme a comburenti, metalli reattivi o prodotti alimentari/mangimi.
- I veicoli devono essere equipaggiati con adeguate attrezzature antincendio e dispositivi di risposta alle emergenze per le perdite.
- Il personale di trasporto deve essere specialmente formato e certificato.
- Proteggere da luce solare, pioggia e alta temperatura durante il trasporto.
- Durante le fermate in viaggio, stare lontano da fuoco, fonti di calore e aree ad alta temperatura.
- I tubi di scarico dei veicoli che trasportano questo prodotto devono essere dotati di parascintille.
- Caricare e scaricare con cura per prevenire danni a bombole e raccordi.



15.1 Normative/legislazioni sulla sicurezza, salute e ambiente specifiche per la sostanza o miscela

Normative internazionali:

- **ONU GHS (Sistema armonizzato a livello mondiale di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche):**8ª edizione rivista
- **Protocollo di Montreal:**Non è una sostanza controllata che riduce lo strato di ozono (ODP = 0)
- **Protocollo di Kyoto / Accordo di Parigi:**Componente R134a elencato come gas serra (GWP della miscela $\approx$ 573)
- **EU REACH Regolamento (EC 1907/2006):**Entrambi i componenti sono sostanze registrate
- **Regolamento UE CLP (CE 1272/2008):**classificazione, etichettatura e imballaggio
- **Regolamento UE F-Gas (CE 517/2014):**GWP <750; alcune applicazioni non soggette a restrizioni di quota HFC
- **Programma SNAP dell'EPA statunitense:**Approvato per refrigerazione commerciale, refrigeratori e altre applicazioni (come sostitutivo di R134a)
- **OSHA HCS 2012 (USA):**Standard di comunicazione dei pericoli
- **DOT 49 CFR (USA):**Pericoloso Materials Transportation Regulations
- **ADR/RID:**Accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose su strada e su rotaia
- **Codice IMDG:**International Maritime Codice delle merci pericolose
- **IATA DGR:**International Air Trasporto Association Pericoloso Goods Regulations

Normative cinesi:

- Regolamento sulla gestione della sicurezza dei prodotti chimici pericolosi (Decreto del Consiglio di Stato n. 591)
- Elenco delle sostanze chimiche pericolose (Edizione 2015) — componente R134a elencato
- Serie GB 30000: Regole per la classificazione e l'etichettatura delle sostanze chimiche
- GB/T 16483-2008: Scheda di dati di sicurezza per prodotti chimici — Contenuto e ordine delle sezioni
- GBZ 2.1-2019: Limiti di esposizione professionale per agenti pericolosi sul luogo di lavoro
- TSG 23-2021: Regolamento tecnico di sicurezza per bombole a gas

15.2 Valutazione della sicurezza chimica

La valutazione della sicurezza chimica non è stata effettuata per questa miscela nell'ambito della presente SDS. Gli utilizzatori dovrebbero condurre la propria valutazione in base alle condizioni d'uso specifiche e alle valutazioni dei singoli componenti.

- Scheda di sicurezza Chemours per Opteon XP5 (R513A)
- Informazioni tecniche Chemours per R513A
- Manuale ASHRAE - Sistemi e applicazioni di refrigerazione
- ASHRAE Standard 34-2019: Designazione e classificazione di sicurezza dei refrigeranti
- GB/T 16483-2008 (Contenuto e ordine delle sezioni nella scheda di dati di sicurezza per prodotti chimici)
- Serie GB 30000 (Regole per la classificazione e l'etichettatura dei prodotti chimici)
- SGH delle Nazioni Unite (Sistema armonizzato a livello mondiale di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche), 8a edizione rivista
- Guida AIHA (American Industrial Hygiene Association) WEEL (R1234yf)
- Guida ACGIH TLV (R134a)

16.2 Abbreviazioni

Abbreviazione	Termine completo
SDS / MSDS	Scheda di Dati di Sicurezza / Scheda di Dati di Sicurezza del Materiale
GHS	Sistema armonizzato a livello mondiale di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche
CAS	Chemical Abstracts Service (numero di registrazione)
un	Nazioni Unite (numero di merci pericolose)
ODP	Potenziale di impoverimento dell'ozono
GWP	Potenziale di riscaldamento globale
LC ₅₀	Concentrazione letale, 50%
LD ₅₀	Dose letale, 50%
NOAEL	Livello di effetto avverso non osservato
WEEL	Livello di esposizione ambientale sul luogo di lavoro
TLV-TWA	Valore limite di soglia - media ponderata nel tempo
PEL	Limite di esposizione ammissibile
SCBA	Apparecchio di respirazione autonoma
PBT	Persistente, Bioaccumulabile e Tossico

HFO	Idrofluoroolefina
HFC	Idrofluorocarburo
IARC	Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro
ACGIH	Conferenza Americana degli Igienisti Industriali Governativi
STOT	Tossicità specifica per organo bersaglio

16.3 Declinazione di responsabilità

Questa Scheda di dati di sicurezza (SDS) è stata redatta in conformità allo standard GHS delle Nazioni Unite e ai requisiti normativi applicabili. Le informazioni qui contenute si basano su banche dati chimiche pubblicamente disponibili, letteratura tecnica e standard nazionali e si ritiene che siano accurate e complete alla data di emissione. Tuttavia, non viene fornita alcuna garanzia, espressa o implicita, quanto all'accuratezza, alla completezza o all'affidabilità assolute delle informazioni. Gli utenti devono verificare l'applicabilità delle informazioni alle loro specifiche condizioni d'uso e fare riferimento alla SDS ufficiale fornita dal produttore/fornitore ai fini della conformità. Le informazioni del presente documento possono essere aggiornate al presentarsi di nuovi risultati di ricerca e modifiche normative; si raccomanda la revisione periodica della versione più recente.