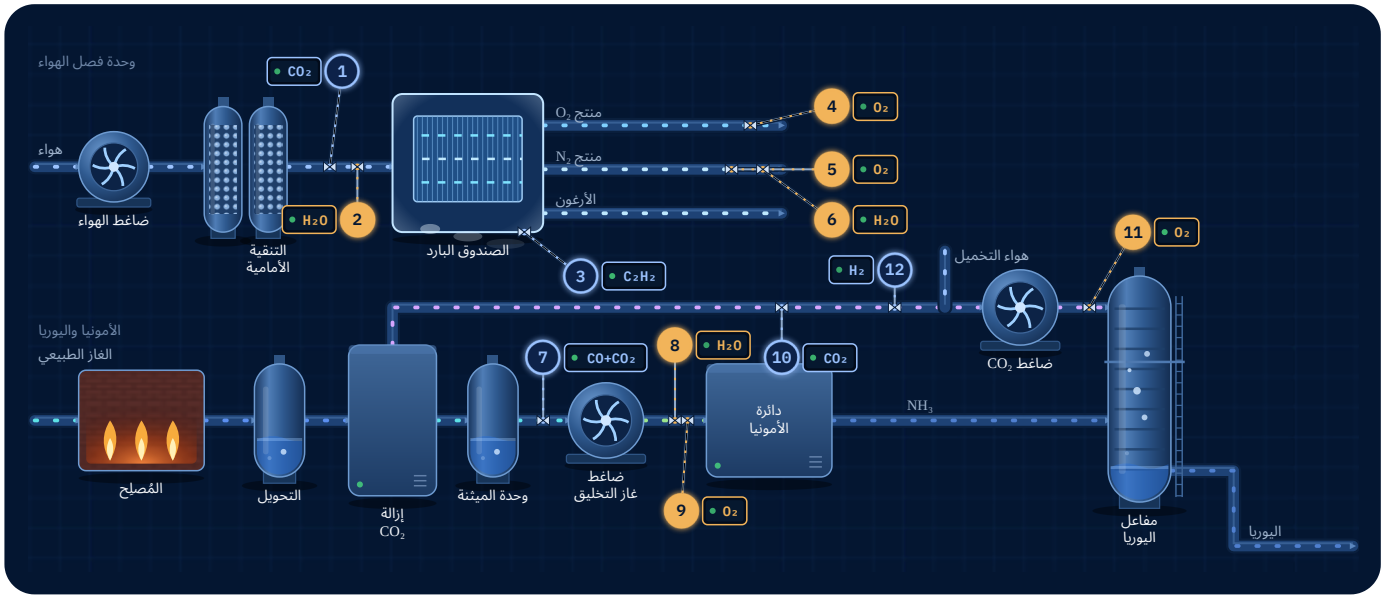
الأمونيا واليوريا وفصل الهواء: أين تُقاس الرطوبة و O_2 و CO_2

تابع الهواء عبر وحدة فصل الهواء، والغاز الطبيعي عبر خط الأمونيا حتى مفاعل اليوريا. تعرض كل نقطة مرقّمة ما يُقاس، والحد النموذجي، والمحلل المناسب.



● جهاز YORK ○ نظام متكامل (يُورَّد عبر YORK)

كيف تعمل العملية

تنتج مجمعات الأسمدة الخليجية الأمونيا من الغاز الطبيعي، وتحوّل معظمها إلى يوريا باستخدام CO_2 المُزال من غاز التخليق. وتوفر وحدات فصل الهواء في المواقع نفسها الأكسجين والنيتروجين. في الحالتين تتعطل المحفّزات والمعدات المبرّدة إذا مرّت آثار الماء أو CO_2 أو الأكسجين، لذلك يتبع كل مرحلة تنقية محلل.

1. **ضغط الهواء والتنقية الأمامية.** تزيل ممتزات المناخل الجزيئية الماء و CO_2 من الهواء المضغوط قبل دخوله الصندوق البارد.
2. **الفصل بالتبريد العميق.** يقطّر الصندوق البارد الهواء إلى أكسجين ونيتروجين وأرغون. ويُراقب قاع المِغلي بحثاً عن هيدروكربونات قد تتركز في الأكسجين السائل.
3. **الإصلاح والتحويل.** يُصلَح الغاز الطبيعي مع البخار إلى هيدروجين وأول أكسيد الكربون، ويحوّل مفاعل التحويل معظم CO إلى CO_2 ومزيد من الهيدروجين.
4. **إزالة CO_2 والميثنة.** يزيل مذيب CO_2 الذي يُرسل إلى وحدة اليوريا. وتحوّل وحدة الميثنة ما تبقى من CO و CO_2 إلى ميثان، لأن كليهما يسمّم محفّز الأمونيا.
5. **الضغط وتخليق الأمونيا.** يُضغط غاز التعويض من الهيدروجين والنيتروجين إلى دائرة التخليق، ويجب أن يكون خالياً من الماء والأكسجين.
6. **تخليق اليوريا.** يُضغط CO_2 مع جرعة صغيرة من هواء التخميل ويتفاعل مع الأمونيا في مفاعل اليوريا.

النسخة التفاعلية المتحركة:
https://www.yorkinstrument.ae/ar/guides/ammonia-urea-air-separation-measurement-points/

نقاط القياس

#	النقطة	يقيس	القيمة النموذجية / الحد	الحل المقترح
1	مخرج التنقية الأمامية	آثار CO_2 (ppmv)	إنذار عادةً عند 1 ppmv؛ إنذار عالٍ-عالٍ ≥ 5 ppmv؛ إيقاف عند 10 ppmv	نظام متكامل: محلل آثار CO_2 بالأشعة تحت الحمراء NDIR
2	مخرج التنقية الأمامية	نقطة ندى الماء	يكشف اختراق الممتزات؛ قيمة 40− إلى 60− °C تؤكد جفاف الصندوق البارد بعد إزالة الجليد	DPT830, DPT810, DM9800, DM9900
3	قاع المكثّف الرئيسي / المِغلي	الأسيتيلين و N_2O والهيدروكربونات الكلية	حدود القاع: 0.5 ppmv C_2H_2؛ الهيدروكربونات الكلية 500 ppmv مقدّرة كـ CH_4	نظام متكامل: كروماتوغراف غاز للعمليات بكاشف التأين باللهب
4	منتج الأكسجين	نقاوة O_2 (%)	نحو 95 % للتغويز؛ ونقاوة أعلى للدرجات الكيميائية والتجارية	POA3500, POA300, PGA530
5	منتج النيتروجين	آثار O_2 (ppm)	نيتروجين نقي / عالي النقاوة / فائق النقاوة: < 50 / < 3 / < 0.1 ppm (GB/T 8979-2025)	POA200, PGA500
6	منتج النيتروجين	آثار الماء	< 15 / < 3 / < 0.5 ppm حسب الدرجة (≈ 80− °C / 69− / 57− نقطة صقيع)	DPT830, DM9900
7	مدخل ومخرج وحدة الميثنة	CO و CO_2	المدخل عادةً نحو 0.2 % CO و 0.1 % CO_2؛ المخرج < 5 ppmv لكل منهما حسب التصميم	نظام متكامل: محلل NDIR لـ CO/CO_2 عند المدخل؛ كروماتوغراف غاز بكاشف FID مع وحدة ميثنة لقياس CO + CO_2 بمستوى ppm عند المخرج
8	غاز التعويض للتخليق	آثار الماء	الماء سمّ لمحفّز التخليق؛ خذ الحد من مواصفة المحفّز	DPT830, DPT990-EX
9	غاز التعويض للتخليق	آثار الأكسجين	قريب من الصفر عادةً؛ أي أكسجين يتحول إلى ماء على المحفّز	PGA500-EX
10	تغذية CO_2 لليوريا	نقاوة CO_2 (%)	> 98 %	نظام متكامل: محلل نقاوة CO_2 بنطاق ضيق للنسب العالية
11	تغذية CO_2 لليوريا بعد هواء التخميل	الأكسجين (% حجماً)	≈ 0.6 % حجماً مع الفولاذ المقاوم للصدأ التقليدي؛ ويمكن خفضه إلى ≈ 0.04 % حجماً مع فولاذ دوبلكس خاص مقاوم للصدأ	POA3500; نظام متكامل: محلل أكسجين ليزري مؤهَّل للعمل في وسط CO_2
12	تغذية CO_2 لليوريا	الهيدروجين في CO_2	كان تاريخياً قرابة 1 %؛ وكثير من المصانع تزيله الآن	نظام متكامل: محلل H_2 بالتوصيل الحراري

قيم نموذجية من معايير ولوائح وأدبيات فنية منشورة. تبقى مواصفة العقد أو المرخِّص أو المصنع هي المرجع دائماً. توفر YORK الأنظمة المتكاملة عبر مصنع التكامل الشريك.

أهم المراجع

1. AIGA 035/20 Safe Operation of Reboilers/Condensers in Air Separation Units — Asia Industrial Gases Association
2. Gasifipedia: Commercial Oxygen — US DOE NETL
3. GB/T 8979-2025 Pure nitrogen, high-purity nitrogen and ultra-pure nitrogen (table preview) — chinesestandard.net
4. Can passivation air in urea plants be minimized? IFA Technical Conference 2002 — International Fertilizer Association