

NASA CONTRACT NSR 15-003-086

FINAL REPORT

**CASE FILE
COPY**

N71-20141

DOCUMENT SERVICE

JOSEPH DISALVO
Director

October 15, 1970

ARAC
AEROSPACE RESEARCH APPLICATIONS CENTER

AEROSPACE RESEARCH APPLICATIONS CENTER

FINAL REPORT

NASA CONTRACT NSR-003-086

by

Joseph DiSalvo
Director

October 15, 1970

Aerospace Research Applications Center

Indiana University Foundation

Bloomington, Indiana 47401

INTRODUCTION

This is the final report on NASA Contract NSR-003-086 active for the period 1 October 1969 through 30 September 1970. This contract involved two separate projects for the Aerospace Research Applications Center (ARAC) at Indiana University. The first project involved production of six complete sets of abstracts on individual cards from the abstract journals known as TAB and USGRDR through September 30, 1970 and retrospectively. Each NASA Regional Dissemination Center including ARAC was to receive a complete set of the abstract cards. The second project involved establishment of a document reproduction capability sufficient to serve the requirements of all six NASA Regional Dissemination Centers. Additionally, ARAC was to serve as a document reference service in order to assist all users of Regional Dissemination Centers in the location of hard-to-find reports.

Production of "AD" Type Abstract Cards

This project was initiated somewhat more slowly than anticipated because of the difficulty ARAC experienced in locating complete volumes of camera-ready copies of the abstract journals TAB and USGRDR. According to the contract statement of work, these camera-ready copies of the abstract journals were to be delivered to ARAC on a no-cost basis through a separate contractual relationship between NASA and the North Carolina Science and Technology Research Center. Unfortunately neither NASA nor the North Carolina Science and Technology Research Center were able to produce camera-ready copies of the abstract journals for ARAC. This left ARAC on its own resources to locate and purchase the necessary copies of the journals and was responsible for the slow start.

Subsequently, with considerable effort and expense ARAC was able to locate all of the necessary journals. A total of 162 issues of USGRDR (and its predecessor TAB) were made into abstract cards covering the period from 1964 through September 30, 1970. These 162 issues involved approximately 130,000 different abstracts and some 780,000 separate impressions. The work was completed on October 6, 1970 in spite of the slow start. The following pages list the addresses of the six NASA Regional Dissemination Centers where the six complete sets of cards reside and shows examples of the printing quality achieved.

NASA REGIONAL DISSEMINATION CENTERS

Aerospace Research Applications Center
Indiana Memorial Union
Bloomington, Indiana 47401

Knowledge Availability Systems Center
University of Pittsburgh
Pittsburgh, Pennsylvania 15213

The New England Research Application Center
Mansfield Professional Park
Box U-41N, The University of Connecticut
Storrs, Connecticut 06268

North Carolina Science and Technology Research Center
P.O. Box 12235
Research Triangle Park, North Carolina 27709

The Technology Application Center
The University of New Mexico
Albuquerque, New Mexico 87106

Western Research Application Center
Graduate School of Business Administration
University of Southern California
Los Angeles, California 90007

SAMPLE IMPRESSIONS OF ABSTRACTS

AD-608 301 Div. 14, 17
OTS Prices: HC \$3.00/MF \$0.75

Union Carbide Corp., Parma, Ohio.
RESEARCH STUDY TO DETERMINE THE PHASE
EQUILIBRIUM RELATIONS OF SELECTED METAL
CARBIDES AT HIGH TEMPERATURES,
by R. V. Sara and C. E. Lowell. Oct 64, 66p
Contract AF33 657 8025, Proj. 7350, Task 735001
WADD TDR60 143

Unclassified report

Legibility of this document is in part unsatisfactory.
Reproduction has been made from best available copy.

Descriptors: (*Carbides, Phase studies), (*Tantalum compounds, Carbides), (*Hafnium compounds, Carbides), (*Boron compounds, Carbides), Refractory materials, Metallography, X-ray diffraction analysis, Crystal lattices, Thermodynamics, Solid solutions, Microstructure.

The work summarized in the report is the result of investigations of phase equilibria in the binary systems, tantalum-carbon, hafnium-carbon, and boron-carbon. A completed phase diagram which encompasses experimental results and considerations heretofore unreported in the literature, is presented for the hafnium-carbon system. A phase diagram for the tantalum-carbon system is included. Preliminary studies on the hafnium carbide-tantalum carbide quasi-binary were limited to temperatures of 3700 C at which no liquid formation was evident. Results for the boron-carbon system depicting maximum boron solubility in the graphite lattice at and near the eutectic temperature of approximately 2390 C, are also included. (Author)

AD-608 098 Div. 1, 14
OTS Prices: HC \$3.00/MF \$0.75

Schjeldahl (G.T.) Co., Northfield, Minn.
POLYPROPYLENE BALLOON STUDY.
Annual rept.,
by J. A. MacFadden. 29 Oct 64, 83p
Contract Nonr4096 00

Unclassified report

Descriptors: (*Balloons, Polyethylene plastics), (*Polyethylene plastics, Balloons), Feasibility studies, Plastics, Balloon equipment, Tests, Friction, Model tests, Seals (Stoppers), Sealing compounds, Tapes, Plastic seals, Casting, Extrusion, Manufacturing methods, Tensile properties, Permeability, Infrared radiation, Stresses.

The project purpose was to: (1) conduct a theoretical design study of a polypropylene balloon, a testing program to evaluate fittings and material, model balloon tests, a

full-scale static inflation test and (2) fabricate and flight test a 5000-pound payload balloon after completion of (1) and upon receipt of written instructions from the Scientific Officer. Item (1) has been completed. Evaluation of the premature failure of the full-scale static test balloon shows that although fabrication of a polypropylene balloon is possible, there are still fabrication techniques that need further study. It is possible to seal gores together using GT-301 tape. Laboratory samples of inflation tubes and duct accessories are good. However, on the basis of present knowledge, it is not certain that it is economically practical to fabricate an unsupported polypropylene balloon and work on the contract was suspended. It was proposed that the funds remaining on Nonr-4096(00) be directed to the perfection of a reinforced Mylar (GT-66). (Author)

SAMPLE IMPRESSIONS OF ABSTRACTS (cont.)

AD-608 595 Div. 8, 2
OTS Prices: HC \$1.00/MF \$0.50

Stanford Electronics Labs., Stanford Univ., Calif.
STUDY OF NATURAL AND MAN-MADE VLF
PHENOMENA.
Final rept. for 1 Aug 63-31 Jul 64,
by D. L. Carpenter. Oct 64, 16p
Grant AF AFOSR62 370
AFOSR 64 2067

Unclassified report

Descriptors: (*Electron density, Upper atmosphere),
(*Upper atmosphere, Electron density), (*Whistlers,
Propagation), Ionosphere, Field theory, Plasma
medium, Ions, Aurorae, Radio waves, Very low
frequency.

Three principal areas of investigation are reviewed:
(1) whistler mode propagation, (2) magnetospheric electron
density studies using whistlers, and (3) wave-particle
interactions.

AD-600 274 Div. 32
OTS price \$.75

RAND Corp., Santa Monica, Calif.
SCIENCE, THE ECONOMY, AND PUBLIC POLICY,
by Richard R. Nelson. Apr 64, 22p. P2903
Unclassified report

Descriptors: (*Economics, Scientific research),
(*Commerce, Production), Political science.
A summary is given of a few of the more important
things that economists know about the way
science and technology affect the performance of
the economic system, suggestions on what might
be the proper objectives for public policy, and
the identification of a few of the major problems
that policy must overcome. The analysis and
interpretation is of the American economy.
(Author)

Operation of a Document Reproduction
Service and Clearinghouse for NASA RDC's

Three separate considerations had to be made in executing the work for this project. Firstly, an appropriate microprinter had to be selected. Secondly, a study was made to determine which microfiche files, if any, should be purchased by ARAC and maintained for in-house reproduction. Thirdly, ARAC was to supply its clients and other RDC's with hard-copy and microfiche reports on demand.

After a careful consideration, the Xerox Microprinter was selected. The Xerox Microprinter appears to be a Xerox 914 copier chassis adapted for making a hard-copy image of various microforms. Its principal advantage is the far superior quality of hard-copy image obtained. It also has the salient features of requiring only normal paper rather than special-treatment paper and may be used at various magnification levels by changing lenses. The principal disadvantages of the Xerox Microprinter used by ARAC was the completely manual operation required. A programmable step and repeat process would have been a very desirable attribute. Client reaction to the quality of the documents sent was quite favorable. The Appendix to this report shows a complete copy of document N70-42927 made on the Xerox Microprinter.

Analysis of the kinds of document requests received at ARAC during the first month of contract showed conclusively that ordering microfiche on an as-needed basis was far superior in terms of cost-benefit analysis. Delays involved in filling document orders for reports where ARAC did not have the microfiche in-house were minimized by use of deposit accounts at suppliers

and improved communications mainly via TWX.

When the document reproductive capability at ARAC was put into full effect, the predicted rate of three cents per image was realized for reports ordered by other RDC's. Activity was substantial as indicated in the table on the next page.

In the final analysis, the ARAC document clearinghouse service proved to be significant. For the twelve month period of this contract, ARAC produced in-house only 80.5% of total document orders from ARAC clients. Thus nearly 20% of all document requests from ARAC clients were obtained via the report clearinghouse service at ARAC. During this same period ARAC produced in-house some 90.3% of all reports sent to other RDC's. The higher percentage of reports produced in-house at ARAC for other RDC's tends to indicate that at least several of the RDC's obtained some of their reports during the period on their own from sources other than ARAC since there does not appear to be any other substantiation for this percentage to vary.

ARAC DOCUMENT ACTIVITY

	1ST QUARTER 10/1/69 - 12/31/69	2ND QUARTER 1/1/70 - 3/31/70	3RD QUARTER 4/1/70 - 6/30/70	4TH QUARTER 7/1/70 - 9/30/70	12 MONTH TOTALS
TOTAL IMPRESSIONS ON MICROPRINTER	44,144	48,312	49,327	48,778	190,561
TOTAL DOCUMENT REQUESTS FILLED	2,962	5,415	4,002	3,281	15,660
TOTAL DOCUMENT REQUESTS FILED FOR RDC'S	165	1,376	1,304	896	3,741

APPENDIX

SAMPLE OF QUALITY OBTAINED
ON XEROX MICROPRINTER

**Anforderungen an Kühlgas für
Bestrahlungskreisläufe insbesondere für
das CO₂-Loop LV 5 und das He-Loop LV 17**

von

Wolfgang Krug

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung

2. Verunreinigungen der Gase

2.1. Wirkung der Verunreinigungen

2.2. Art der Verunreinigungen

2.3. Messung der Verunreinigungen

3. CO₂

3.1. Erforderliche Reinheit

3.2. CO₂-Auswahl

4. Helium

4.1. Erforderliche Reinheit

4.2. He-Auswahl

5. Bezugsquellennachweis

5.1. CO₂

5.2. He

-1-

1. EINLEITUNG

Bei Versuchskreisläufen konventioneller Art ist die Qualität des verwendeten Kühlgases von untergeordneter Bedeutung, solange evtl. Verunreinigungen keinen Einfluß auf irgendwelche Versuchsparameter oder sonstige störende Nebenwirkungen haben. Ganz anders ist die Situation, wenn Gase (im wesentlichen CO_2 und He) als Kühlmedien in Reaktorkreisläufen eingesetzt werden, wo sie der Reaktorstrahlung ausgesetzt sind.

2. VERUNREINIGUNGEN DER GASE

2.1. WIRKUNG DER VERUNREINIGUNGEN

Die Verunreinigungen sind im Bestrahlungskreislauf dem Neutronenfluß des Reaktors ausgesetzt, d.h. durch Neutroneneinfang werden Isotope gebildet, die radioaktiv sein können. Durch diese wird der Versuchskreislauf je nach Verunreinigungsgrad radioaktiv verseucht. Werden an zugänglichen Stellen des Kreislaufs dadurch die zulässigen Dosisleistungen überschritten, so müssen diese Kreislaufbauteile abgeschirmt werden. Dies bedeutet in fast allen Fällen einen erheblichen zusätzlichen Kosten- und Arbeitsaufwand und erschwert die Bedienung des Kreislaufes. Außerdem werden die Sicherheitsanforderungen erheblich verschärft, wenn die Möglichkeit besteht, daß bei einem evtl. Leck im Kreislauf aktives Gas austreten kann.

Sonstige Nebenwirkungen der Verunreinigungen wie Oxidation (durch O_2 , H_2O) und Materialversprödung (durch H_2 , N_2 , H_2O) sind bei konventionellen Kreisläufen wie bei Bestrahlungskreisläufen gleichermaßen zu beachten. Sie können jedoch bei Bestrahlungskreisläufen erheblich verstärkt auftreten, da durch Strahlendissoziation bestimmter Verunreinigungen wie H_2O , CO_2 , CO und Kohlenwasserstoffen, das Kühlgas zusätzlich mit wirksamen Verunreinigungen angereichert wird. Die Wirkung der Verunreinigungen ist abhängig von den verwendeten Materialien und ganz besonders von der Betriebstemperatur.

-2-

2.2. ART DER VERUNREINIGUNGEN

Die wesentlichsten Verunreinigungen, welche die handelsüblichen Gasqualitäten enthalten, sind Sauerstoff, Stickstoff, Argon, Wasserstoff, Wasser, Methan, Kohlendioxid und Kohlenmonoxid. Nachstehende Tabelle gibt die wesentlichsten kernphysikalischen Daten der betreffenden Isotope an.

Ausgangs-isotop	AR 40	O 18	N 15	C 13	H2
Anteil am Isotopengemisch [%]	99,6	0,204	0,366	1,11	0,015
Einfangsquerschnitt für Neutronen [barn]	>0,06	0,0002	$2 \cdot 10^{-5}$	0,00090	0,00057
Entstehendes Isotop	AR 41	O 19	N 16	C 14	H3
Halbwertszeit	1,83h	29s	7,4s	5760a	12,26a
Energie der γ - Strahlung [MeV]	1,2	1,37	6,13 7,12	kein γ	kein γ

-3-

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß auf Grund der Daten hauptsächlich Ar 40 für die Aktivierung des Gases maßgebend ist. Die Isotope O18 und N15 sind wegen ihres geringen Anteils am Isotopengemisch und wegen ihrer geringen Einfangsquerschnitte für Neutronen nur von geringer Bedeutung. Außerdem ist ihre Aktivität auf Grund ihrer kleinen Halbwertszeit bis zum Erreichen kritischer Stellen (Kreislaufschränk) zum größten Teil abgeklungen, da die Verzögerungszeit groß gegenüber der Halbwertszeit ist. Bestimmend für den Einsatz als Kühlgas im Reaktorbetrieb ist also der Anteil an Argon in diesem Gas. Die maximal zulässigen Anteile der restlichen Verunreinigungen werden durch ihre chemische Wirksamkeit in Bezug auf die verwendeten Materialien bei den vorgesehenen Betriebstemperaturen bestimmt.

2.3. MESSUNG DER VERUNREINIGUNGEN

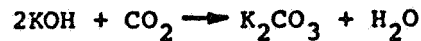
Das gebräuchlichste Meßverfahren zum Nachweis von Verunreinigungen in Gasen ist die Gaschromatographie. Anwendung findet auch die Massenspektrometrie. Da aber die Empfindlichkeit der üblichen Geräte nicht ausreichend ist (unterste Nachweisgrenze 10ppm), muß mit einer Anreicherung der Verunreinigungen gearbeitet werden.

Die Anreicherung geschieht bei Helium dadurch, daß man das Gas durch eine LN₂-gekühlte Molekularsieb-, Silikagel- oder Aktivkohlefalle schickt, in der die Verunreinigungen adsorbiert werden, He aber durchströmt. Nach einer festgelegten Anreicherungszeit wird die Falle ausgeheizt. Die Verunreinigungen desorbieren und werden mit einem Trägergas in den Gaschromatographen gespült und analysiert.

Für CO₂ ist dieses Verfahren nicht anwendbar, da sein Gefrierpunkt höher als der der Verunreinigungen liegt. Das Sammeln der Verunreinigungen geschieht hier dadurch, daß man CO₂ durch Kalilauge (KOH) leitet. Die Anlage muß so

-4-

ausgelegt sein, daß alles CO_2 von der Kalilauge adsorbiert wird. Dabei bildet sich Kaliumkarbonat, das ausfällt.



Die Restgase sammeln sich im oberen Teil der Apparatur und werden nach Beendigung des Vorgangs im Gaschromatograph analysiert.

Die Genauigkeit dieses Verfahrens kann nicht exakt angegeben werden, da keine Angaben über den Anteil der evtl. in der Kalilauge in Lösung gehenden Restgase existiert.

Da der Gaschromatograph zwischen Argon und Sauerstoff nicht unterscheiden kann, sondern die Summe der Anteile beider Gase mißt, müssen zwei Messungen durchgeführt werden. Mit der ersten Messung wird die Summe bestimmt. Dann wird dem Gas Sauerstoff entzogen, indem es z.B. über ein geheiztes Kupferbett geleitet wird. Anschließend wird die zweite Messung durchgeführt, die den Argonanteil bestimmt. Der Sauerstoffanteil ergibt sich aus der Differenz beider Messungen.

Eine weitere Methode zur Bestimmung des Argonanteils ist die Aktivierungsanalyse, mit der andere Verunreinigungen aber nicht bestimmt werden können. Ein genau bestimmtes Gasvolumen wird im Reaktor bestrahlt und einer bestimmten Neutronendosis ausgesetzt. Die Aktivität der Probe wird ausgemessen und daraus der Argongehalt berechnet.

3. CO_2

3.1. ERFORDERLICHE REINHEIT

Im Brennelementloop LV5 wird CO_2 als Primärkühlmedium verwendet. Der Reaktoreinschub enthält je nach Betriebsdruck (max. 100 atü) bis zu $4,2 \text{ N}_\text{m}^3 \text{ CO}_2$, die ständig dem Neutronenfluß des Reaktors ausgesetzt sind. Zur Reinigung und Aktivitätsüberwachung wird dem Reaktoreinschub ständig eine

-5-

geringe Gasmenge entnommen, die anschließend in den CO_2 -Kreislauf zurückgeleitet wird. Ist der Argongehalt und damit die Gasaktivität zu hoch, so wird die zulässige Dosisleistung am CO_2 -Kreislauf und an den Verbindungsleitungen überschritten (alle Leitungen NW6), wodurch eine Abschirmung erforderlich würde. In einer Aktivierungsrechnung wurde vom ZIR nachgewiesen, daß der Argongehalt im CO_2 1ppm nicht übersteigen sollte, um die zulässige Dosisleistung von 2,5 mrem/h am CO_2 -Kreislauf nicht zu erreichen. Die rechnerische Dosisleistung in 30 cm Abstand von der Schrankwand beträgt 1,3 mrem/h bei einem Argongehalt von 1ppm im CO_2 .

3.2. CO_2 -AUSWAHL

Nachdem die Bedingungen der Gasreinheit festgelegt waren, mußte eine Bezugsquelle für eine geeignete CO_2 -Qualität gefunden werden, da selbst das in der KFA verwendete Reinst- CO_2 , die sog. Test-Kohlensäure, noch einen Argongehalt von 10ppm aufwies.

Als Lieferant für Reinstgase ist die Deutsche Edelgas GmbH, Düsseldorf, bekannt. Sie bot eine CO_2 -Qualität mit einem Argongehalt von 0,1 vpm an. Die Verwendung scheiterte einmal am Preis (ca. DM 40,-- pro kg) und zum anderen daran, daß dieses CO_2 zunächst nur in Spezialflaschen und nicht, wie erforderlich, in KFA-eigenen Steigrohrflaschen geliefert werden konnte.

Daraufhin wurden alle ausfindig zu machenden CO_2 -Lieferanten angeschrieben. Firmen, die CO_2 durch Koksverbrennung erzeugten, fielen von vornherein auf Grund der Analyseergebnisse aus. Von den Quellenkohlesäurelieferanten konnten zwei Firmen die gestellten Anforderungen erfüllen. Der Argongehalt wurde in beiden Fällen von der Radiochemie der KFA durch Aktivierungsanalysen kontrolliert und gemessen. Er betrug jeweils $\leq 0,5\text{ppm}$. Damit war der Nachweis

-6-

der Brauchbarkeit dieser CO₂-Qualität erbracht. Da der Preis dem der normalerweise verwendeten Testkohlesäure entsprach (2,50 DM/kg), stand einer Verwendung nichts mehr im Wege.

Die Meß- und Rechenergebnisse wurden in der Zwischenzeit durch den Einsatz dieser CO₂-Qualitäten als Primärkühlmittel in Reaktorversuchen bestätigt.

4. HELIUM

4.1. ERFORDERLICHE REINHEIT

Der Aufbau und die Funktionsweise des He-Loops LV 17 entsprechen im wesentlichen denen des CO₂-Loops LV 5. Da aber im Einschub von LV 17 infolge der erheblich geringeren Dichte des Heliums maximal nur etwa 1100 Nl He enthalten sind, kann der Argongehalt entsprechend dem Volumenverhältnis höher sein, um die gleiche Dosisleistung am He-Kreislauf zu erreichen wie beim CO₂-Kreislauf, d.h. der Argonanteil kann $4,2 / 1,1 \approx 4$ mal so hoch sein.

4.2. HE-AUSWAHL

Für diese Anforderungen kann ohne weiteres das in der KFA üblicherweise verwendete Helium gebraucht werden, das einen Argonanteil nach Analysenangaben der Lieferfirma von ca. 5ppm hat. Eine Aktivierungsanalyse erbrachte einen Argongehalt von 3,7 ppm. Nach neuesten Angaben der Lieferfirma beträgt der Argonanteil nur noch ca. 1 ppm. Die Brauchbarkeit dieser He-Qualität wurde durch den Einsatz des Heliums als Primärkühlmittel in Reaktorversuchen bestätigt.

-7-

5. BEZUGSQUELLENACHWEIS

5.1. CO₂

Die KFA bezieht üblicherweise CO₂ bei:

Firma Agefko Kohlensäure-Werke

4 Düsseldorf 1

Berliner Allee 57

Beste CO₂-Qualität: Testkohlendure

Gesamtrestgasgehalt:		200 ppm
Analyse:	O ₂	: 20 ppm
	N ₂	: 170 ppm
	Ar	: 10 ppm
	CO	: < 5 ppm
	CH ₄	: < 5 ppm
	H ₂ O	: < 50 ppm
	B	: 1-3 ppm

Preis: 2,50 DM/kg

Werden an die CO₂-Qualität höhere Anforderungen gestellt,
so wird auf Verlangen CO₂ bestellt bei:

Firma Kohlensäurewerk Rud. Buse KG

5462 Bad Hönningen

Postfach 10

Beste CO₂-Qualität: Reinstkohlendure

Gesamtrestgasgehalt:		100 ppm
Analyse:	Ar	: ≤ 0,5 ppm
	H ₂ O	: ≤ 11 ppm

Preis: 2,50 DM/kg

Jeder Lieferung wird ein Zertifikat über Gesamtrestgasgehalt beigelegt.

Als weitere Lieferanten von CO₂ höchster Reinheit stehen zur Wahl:

Firma Kohlensäurewerk Deutschland GmbH

5462 Bad Hönningen

Postfach 9

Beste CO₂-Qualität: Kohlensäure Qualität "Super"

Gesamtrestgasgehalt: 20 ppm

Analyse:	N ₂	:	13,5 ppm
	O ₂	:	3,3 ppm
	Ar	:	≤ 0,5 ppm
	CH ₄	:	nicht nachweisbar
	CO	:	nicht nachweisbar
	B	:	< 0,1 ppm

Preis: 2,50 DM/kg

Firma Edelgas GmbH

4 Düsseldorf

Blumenstr. 24

CO₂-Qualität: Kohlendioxid N 45

Analyse:	O ₂	:	≤ 10 vpm
	N ₂	:	≤ 30 vpm
	H ₂ O	:	≤ 10 vpm
	Ar	:	≤ 0,1 vpm
	CnHm+CO	:	≤ 1 vpm

Preis: ca. 35,50 DM/kg

CO₂-Qualität: Kohlendioxid N 48

Analyse:	O ₂	:	≤ 2 vpm
	N ₂	:	≤ 8 vpm
	H ₂ O	:	≤ 5 vpm
	Ar	:	≤ 0,1 vpm
	CnHm+Co	:	≤ 1 vpm

-9-

Preis: ca. 52,96 DM/kg

Diese Qualität kann nur in 20l-Leichtmetallflaschen mit
14,92 kg Inhalt geliefert werden.

5.2. HELIUM

Das in der KFA verwendete He wird bezogen bei:

Firma Messer Griesheim GmbH
5030 Hermühlheim bei Köln
Postfach 60

He-Qualität: Helium 99,995%

Analyse: N₂ : 40 ppm
O₂ : < 15 ppm
Ar : 5 ppm (1ppm)
H₂O : < 15 ppm

