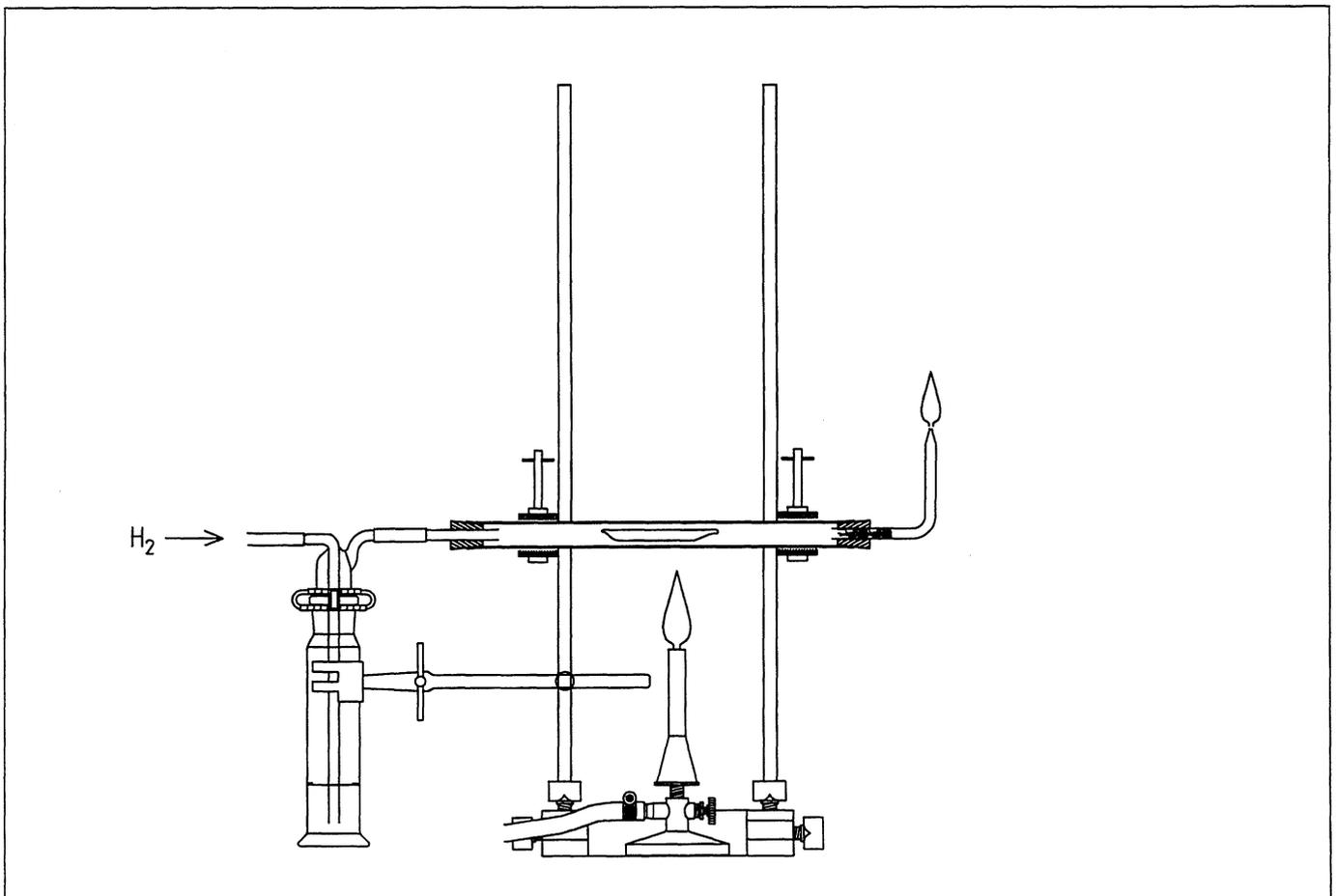


Material					
Bunsenstativ, $h = 750$ mm	37694.00	2	Druckminderventil für Wasserstoff	33484.00	1
H-Fuß "PASS"	02009.55	1	Tischständer für 2-l-Stahlflaschen	41774.00	1
Stativstange, $l = 600$ mm	02037.00	2	Maulschlüssel für Stahlflaschen	40322.00	1
Doppelmuffe	37697.00	3	Hochofen, Funktionsmodell	36688.88	1
Universalklemme	37715.00	3	Heiß-Kaltluftgebläse	04031.93	1
Sicherheitsunterlegplatte, 400 x 400 mm	39180.00	1	Adapter für Heißluftentwickler	36688.07	1
Verbrennungsrohr, $l = 300$ mm, SB 19, Duran	37023.01	1	Schlauchklemme, $b = 15$ mm	43631.15	1
Gaswaschflasche, 100 ml, NS 29/32	36691.00	1	Mörser mit Pistill, 150 ml	32604.00	1
Schliffklemme, NS 29	43615.00	1	Magnet, $l = 150$ mm, stabförmig	06310.00	1
Teflonmanschetten, NS 29, 1 aus	43617.00	1	Teclubrenner, Erdgas	32171.05	1
Gummistopfen, 22/25 mm, 1 Bohr. 7 mm	39255.01	2	Sicherheitsgasschlauch	39281.10	1
Glasröhrchen, gerade, $l = 80$ mm, 1 aus	36701.65	1	Anzünder für Erd- und Flüssiggas	38874.00	1
Glasröhrchen, rechth. m. Spitze, 85+80 mm, 1 aus	36701.53	1	Schlauchschele, $d = 12...20$ mm	40995.00	2
Reagenzgläser, 16/160 mm, 3 aus	37656.10	1	Gummischlauch, $d_f = 6$ mm	39282.00	1
Reagenzglasgestell	37686.00	1	Gummischlauch, $d_f = 8$ mm	39283.00	1
Porzellanschiffchen, 1 aus	32471.03	1	Pinzette, gerade, stumpf, $l = 200$ mm	40955.00	1
Stahlflasche, Wasserstoff, 2 l, gef.	41775.00	1	Tiegelzange	33600.00	1
			Löffel mit Spatelstiel, Edelstahl	33398.00	1
			Laborwaage mit Datenausgang, 620 g	45023.93	1
			Trichter, $d_o = 55$ mm	34457.00	1
			Spritzflasche, 500 ml	33931.00	1
			Becherglas, 100 ml, hohe Form	36002.00	1
			Pasteurpipetten, 1 aus	36590.00	1

Abb. 1



Gummihütchen, 1 aus	39275.03	1	der Reaktion, das an der Schachtöffnung abge-
Quarzglaswolle, 10 g	31773.03	1	brannt werden kann.
Salzsäure 37%, 1000ml	30214.70	1	Kohlenstoffmonoxid ist ein farb-, geruch- und ge-
Schwefelsäure 95...98%, 500 ml	30219.50	1	schmackloses, giftiges, hochentzündliches Gas. In
Eisenerz für Hochofen	36688.05	1	Gemischen mit Luft besteht Explosionsgefahr (unte-
Aktivkohle, gekörnt, 500 g	30011.50	1	re Zündgrenze: 12,5%, obere: 74%). Als sehr star-
Holzkohle, Stücke, 300 g	30088.30	1	kes Blutgift bewirkt es eine Sauerstoffverarmung im
Eisen(III)-oxid, 400 g	30071.40	1	Organismus. Bei schweren Vergiftungen können
Wasser, dest., 5 l	31246.81	1	durch diesen Sauerstoffmangel bedingt Spätschä-

Sicherheitshinweise

Bei der Reduktion mit Wasserstoff muß das gewinkelte Glasröhrchen mit Quarzglaswolle als Rückschlagsicherung gestopft werden. Vor dem Entzünden des Wasserstoffs ist die Knallgasprobe durchzuführen bis die Probe negativ ausfällt!

Bei Versuch 2 – Hochofenmodell – besteht die Gefahr von Funkenflug. Versuch daher im geschlossenen Abzug oder im Freien mit genügenden Sicherheitsabständen durchführen. Es ist unbedingt dafür Sorge zu tragen, daß entsprechende Brandschutzmaßnahmen ergriffen werden und kein Beobachter durch die heißen Funken verletzt werden kann. Desweiteren entsteht Kohlenstoffmonoxid bei

Erste Hilfe: Sofort Frischluft, wenn nötig Atemspende. Atemwege auf jeden Fall freihalten. Warme und bequeme Lagerung. Bei Gefahr der Bewußtlosigkeit Lagerung und Transport in stabiler Seitenlage.

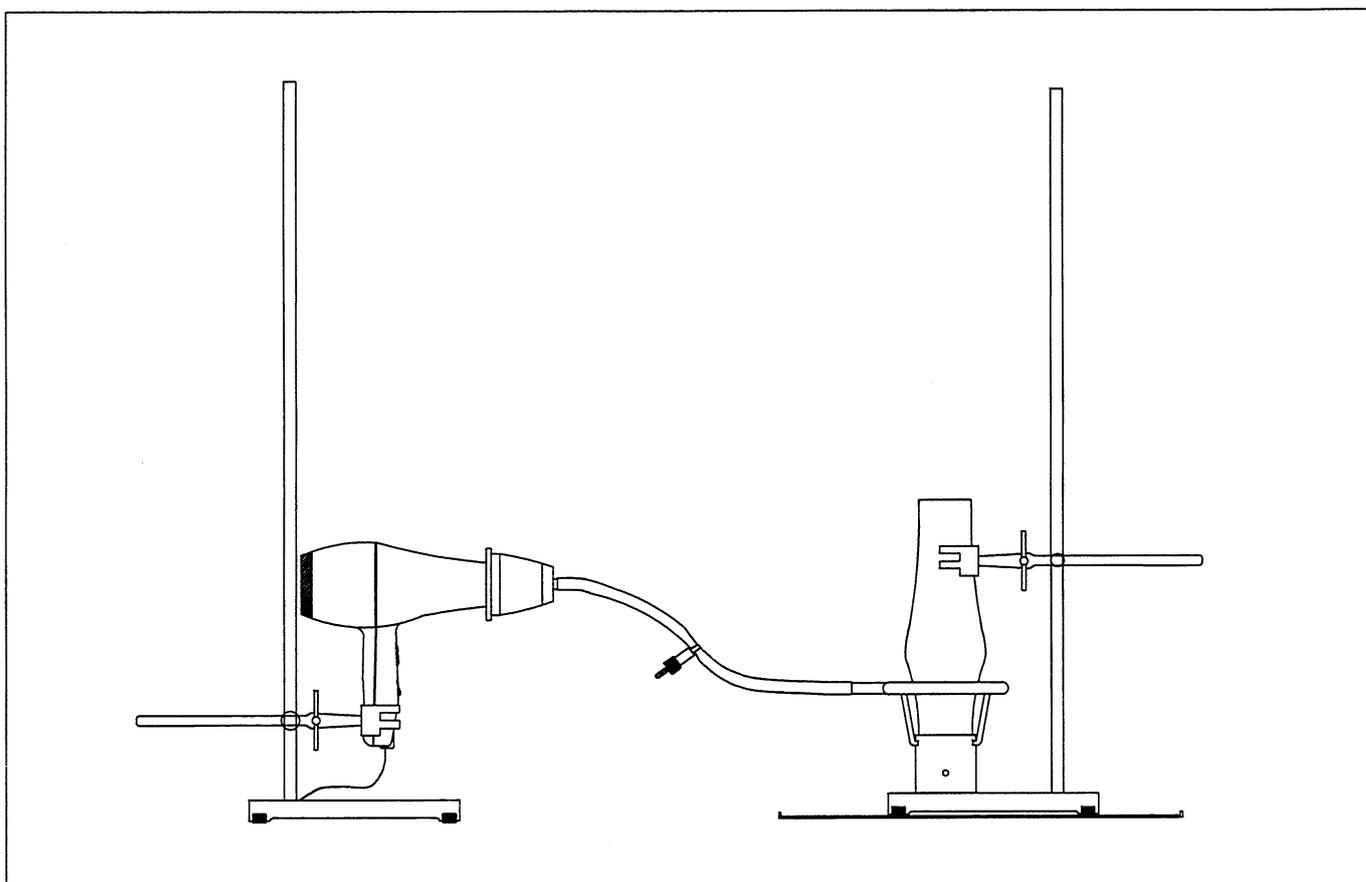
Experimente mit Kohlenstoffmonoxid sind in einem gut ziehenden Abzug durchzuführen.

Konzentrierte Säuren sind stark ätzend. Sie zerstören Haut und Textilien. Beim Verdünnen erst das Wasser, dann die Säure (Schutzbrille, Laborkittel, Handschuhe).

Erste Hilfe: Betroffene Haut, Augen bei gut geöffnetem Lidspalt mit viel Wasser gründlich spülen.

Entsorgung: Säuren mit Wasser verdünnen, neutralisieren (pH 6 - 8) und wegspülen.

Abb. 2



1. REDUKTION VON EISEN(III)-OXID

Durchführung

In ein Porzellanschiffchen füllt man Eisen(III)-oxid und schiebt es in das Verbrennungsrohr, das nach Abb. 1 waagrecht an einem Stativ gehalten ist. An das eine Ende des Verbrennungsrohres wird eine Gaswaschflasche angeschlossen, die etwa 4 cm hoch mit konzentrierter Schwefelsäure gefüllt ist. Das andere Ende des Rohres wird mit einem Gummistopfen und einem rechtwinkligen Glasröhrchen mit Spitze verschlossen. Als Rückschlagsicherung ist im Glasröhrchen Quarzglaswolle.

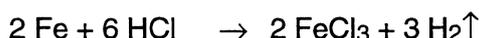
Ein langsamer Wasserstoffstrom wird durch die Apparatur geschickt. Sobald diese luftfrei ist (Knallgasprobe), entzündet man den austretenden Wasserstoff an der Spitze des Glasröhrchens und erhitzt das Eisenoxid im Porzellanschiffchen mit dem Brenner. Die Wasserstoffflamme sollte dabei höchstens zwei Zentimeter hoch sein. Nach Ablauf der Reaktion läßt man im Wasserstoffstrom erkalten. Das erkaltete Produkt wird mit einem Magneten, den man an das Verbrennungsrohr hält, geprüft. Ein Teil des Produktes gibt man in ein Reagenzglas und gießt einige Milliliter verdünnte Salzsäure (etwa 10%ig; aus 10 g konzentrierter Salzsäure und 27 g Wasser) hinzu.

Ergebnis

Nach kurzer Zeit schlägt sich am Ende des Verbrennungsrohres Wasser nieder und die Wasserstoffflamme wird etwas kleiner. Das rotbraune Eisenoxid färbt sich schwarz. Das Produkt ist im Gegensatz zur Ausgangssubstanz magnetisch und reagiert mit verdünnter Salzsäure unter Gasentwicklung.

Deutung

Eisen(III)-oxid wird durch Wasserstoff zu Eisen reduziert, das mit Salzsäure unter Wasserstoffentwicklung reagiert.



2. HOCHOFENMODELL

Durchführung

Das Hochofenmodell besteht aus dem in Metall ausgeführten „Gestell“ mit Ringluftleitungen und dem „Schacht“ aus schwerschmelzbarem Glas. Der Glaszylinder steht auf einem Ring aus keramischer Faser auf dem Gestell. Die Luftzufuhr erfolgt über einen 8-mm-Gummischlauch (Schlauchklemme zur

Regulierung) mit Hilfe eines Heiß-Kaltluftgebläses, das an einem Stativ befestigt ist.

Nach der Abb. 2 stellt man das Hochofenmodell mit dem zweiten Stativ auf eine Sicherheitsunterlegplatte. Der Glasschacht wird entfernt und am Brenner ein Stück Holzkohle entzündet. Wenn die Holzkohle genügend glüht, legt man sie in das Gestell und schaltet die Luftzufuhr an. Die Luft wird so eingeregelt, daß die Holzkohle weiterglüht. Daraufhin wird Aktivkohle vorsichtig um die glühende Holzkohle bis zum Rand des Gestells aufgeschichtet, wobei die Glut nicht ersticken darf. Erst dann setzt man den Schacht auf das Gestell und sichert ihn am oberen Ende mit einer Universalklemme.

Vorsicht! Im Schacht steigen heiße Gase auf, Verbrennungsgefahr.

In den Schacht wird nun vorsichtig Aktivkohle bis zur Verdickung eingegossen.

Vorsicht! Dabei kann Kohlestaub aus dem Schacht herausgeblasen werden.

Auf die Aktivkohle gibt man eine 1 bis 2 cm dicke Schicht Eisenerz und bedeckt diese mit einer etwa gleichdicken Schicht Aktivkohle.

Während der Reaktion wird von Zeit zu Zeit geprüft, ob sich die Gase an der Schachttöpfung entzünden lassen (Brenner benutzen). Daneben regelt man über die Luftzufuhr den gleichmäßigen Abbrand.

Nach der Reaktion läßt man abkühlen, wobei der Schacht auf dem Gestell verbleiben sollte.

Das Produkt wird dem Gestell entnommen, in einem Mörser zerstoßen und ein Teil in einem Reagenzglas mit verdünnter Salzsäure übergossen (s.o).

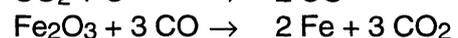
Ergebnis

Bei richtiger Einstellung der Luftzufuhr läßt sich eine etwa 10 bis 20 cm hohe Gichtgasflamme an der Schachttöpfung entzünden. Während des Hochofenprozesses bilden sich in der brennenden Kohleschicht Hohlräume, die mit der Zeit einstürzen.

Im Gestell findet man am Ende des Versuches neben Asche und Kohleresten metallartig aussehende Klumpen, von denen Proben mit Salzsäure Wasserstoff entwickeln.

Deutung

Im Hochofen laufen im Wesentlichen folgende chemische Reaktionen ab.





Durch Verbackungen und Verklebungen in den oberen Schichten infolge der Wärmeausdehnung können Kohle und Erzsichten nicht immer gleichmäßig nachsacken. Es entstehen daher Hohlräume, die einstürzen und die Reaktion stören können. Um dies weitestgehend zu vermeiden, haben die Hochöfen die typische Doppelkegelform erhalten. Das absinkende Material kann sich ausdehnen, ohne allzu stark zu verbacken. Im Modell ist dieser Effekt nicht so ausgeprägt. Hohlräume können aber zum Einsturz gebracht werden, indem man kurzzeitig die Luftzufuhr unterbricht (Schlauch zudrücken).

Die im Modell erreichbaren Temperaturen genügen nicht, um Eisen und Schlacke verflüssigt im Gestell zu sammeln. Sie können daher auch nicht „abgestochen“ werden. Das Produkt ist also immer ein mit Schlacke vermisches Eisen.

Hinweis

Dieser Versuch gelingt nur zufriedenstellend mit einem niedrigschmelzenden Eisenerz wie z.B. Nimbacherz oder Raseneisenstein.

3. Aluminothermisches Verfahren

Durchführung

Eisen läßt sich (ebenso auch Chrom, Mangan, Titan, Silicium u.a.) aus seinen Oxiden mit Hilfe des aluminothermischen Verfahrens darstellen. Die Durchführung dieser Reaktion wird in Versuch CT 6.9 „Redoxreaktionen zwischen Metallen und Metalloxiden (Thermitverfahren)“ beschrieben.

Hinweise zu Kapitel 20

Die Versuche zu Kapitel 20 (Wichtige Metalle) vermitteln einen ersten Eindruck von der metallurgischen Praxis. Sie beschreiben die Gewinnung von Eisen, führen den Begriff der Legierung ein und zeigen die erstaunlichen Veränderungen der Eigenschaften von Metallen durch Legierungsbestandteile.

Die chemischen Eigenschaften von Aluminium, Kupfer, Zink und Silber werden vorgestellt, wobei die wichtigsten Punkte das amphotere Verhalten und die Komplexbildung sind.

In einer übersichtlichen Reaktionsfolge werden die chemischen Vorgänge der Schwarz-Weiß-Fotografie nachvollzogen und erläutert.