



نام استاد : آقای بیگیان

نویسنده : علی بحیرایی

ارائه کننده : شایان گودرزی

نام تحقیق : فرو سیلیکون

فرو سیلیکون چیست ؟

سیلیکون در حالت مایع از نظر حرارتی و الکتریکی دارای خواص فلزی است و دارای رسانایی هستند ما در حالت جامد نیمه هادی هستند.

در تجهیزات برای تولید فلزات مانند آلیاژ منگنز از فروسیلیکون به کار میرود.



آشنایی بیشتر با فرو سیلیکون

- در سال ۱۸۲۴ سیلیکون توسط شخص سوئدی به نام یونس برزلیوس که شیمی دان بود این ماده را جدید را بدست آمد.
- این ماده خواص نزدیکی به بور و کربن دارد.
- با توسعه کوره قوص الکترکی اولین کارخانه تجاری در ایالات متحده در سال ۱۹۰۷ شروع به کار کرد که توانایی تولید زیاد فرو سیلیسیم و فرو سیلیکون را داشت.
- در سال ۱۹۲۰ از سیلیکون در آلومینیوم استفاده شد و تولید آلیاژ به طور پیوسته افزایش یافت.

به مرور زمان با توسعه فناوری از سیلیکون در فولاد ها استفاده شد .
در قرن نوزدهم فرو الیاژهای سیلیکونی با ۲۰ درصد شناخته شده اند .



خواص سیلیکون

سیلیکون بعد از
اکسیژن دومین
عنصر فراوان است
که در پوسته زمین
قرار دارد که به طور
طبیعی به شکل
اکسید سیلیسیوم و
سیلیکات یافت می
شود.



سیلیکون در گروه IV جدول تناوبی تعلق دارد که عدد اتمی این ماده ۲۸.۰۸ می باشد .

سیلیکون دارای شبکه کریستالی FCC می باشد که چگالی آن ۲.۳۳ گرم بر متر مکعب می باشد .

نقطه ذوب سیلیکون ۱۴۱۴ درجه سانتی گراد است که نقطه جوش آن ۳۲۵۰ درجه سانتی گراد قرار دارد . چگالی سیلیکون مایع بسته دما است و سیلیکون مایع اکثر عناصر را در خود حل میکند

ترکیبات سیلیکن و فرو سیلیکن

سیلیکون و فرو سیلیکون میتواند در بسیاری از کار ها کاربرد داشته باشد که به چهار گروه اصلی تقسیم میشود .

۱ _ در ساخت فولاد ، سیلیکون دارای ویژگی های بسیاری به عنوان عنصر آلیاژ باعث تقویت محلول جامد را در برخی موارد فراهم میکند .

فولادها را مقاوم در برابر اکسیداسیون در دمای بالا قرار میدهد به عنوان مثال در استفاده از فولاد های نرم مغناطیسی در ترانسفورماتورها ، متورهای الکتریکی و ژنراتور ها مورد استفاده قرار میگیرد .

۲_ بخش بزرگی از سیلیکون تولید شده به عنوان یک عنصر آلیاژی در آلومینیوم استفاده می شود ، علت به کار بردن برای افزایش خواص مکانیکی آلومینیوم ریخته گری و فرفورژه و غیره ... است .

۳_ سومین زمینه مهم در استفاده از سیلیسیم در صنایع شمیایی است ، کاربرد های آن میتوان به تولید سیلیکون و مشتقات مشابه آن ، مایعات هیدرولیک و روان کننده ، لاستیک و رزین جامد اشاره کرد .

تا ۴۰۰ درجه سانتی گراد هم برای تولید تجهیزات پزشکی ، عایق های الکتریکی و ... استفاده می شود .

۴_ در آخر سیلیکون به عنوان یک نیمه هادی به طور گسترده ای در صنایع الکتریکی کاربرد دارد و به عنوان ماده اولیه در کشور کاربرد دارد.

TABLE 6.3 The World Production of Silicon, Thousand Tons (based on data obtained by Roskill, 2011)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Australia	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Bosnia-Herz.	—	—	2	3	8	16	13	13	11	16
Brazil	112	133	181	220	229	226	225	220	154	240
Canada	30	35	40	40	40	40	40	40	24	47
China	400	500	600	660	650	730	820	820	780	820
France	90	85	85	85	85	100	120	118	90	125
Germany	28	25	28	29	29	30	29	29	28	30
Laos	—	—	—	—	—	—	1	3	7	10
Norway	135	153	207	193	179	150	145	160	110	160
Russia	70	70	65	65	58	60	55	61	18	46
South Africa	39	43	49	51	54	50	50	49	51	50
Spain	30	27	28	25	35	32	32	33	15	30
Ukraine	5	5	8	8	8	8	5	5	5	5
United States	131	108	134	144	143	148	150	150	130	150
Total	1102	1216	1459	1555	1550	1622	1717	1733	1455	1761

این جدول نشان دهنده تولید کنندگان اصلی هستند که عبارتند از برزیل ، نروژ ، ایالات متحده و فرانسه و چین که این ۵ کشور ۸۰ درصد سیلیکون جهان را تولید میکنند.

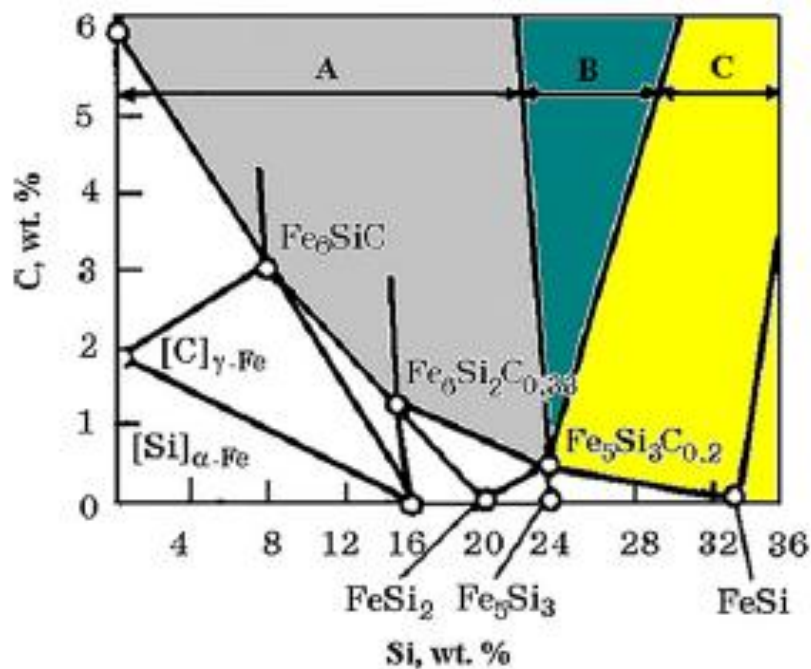
برخی از ترکیبات معمولی از سیلیکون متالورژی در
جدول ۶,۴ نشان داده شده است،
و ترکیبات معمولی فروسیلیکون در جدول ۶,۵ نشان داده
شده است. توجه داشته باشید که
ترکیبات عملی آلیاژهای تجاری، به ویژه برای ناخالصی
های جزئی،
ممکن است بسته به نوع و خلوص مواد اولیه مورد
استفاده متفاوت باشد. مقداری
اگر مواد اولیه و فرایندها تولید کنندگان ممکن است به
استانداردهای بالاتری نیاز داشته باشند.

TABLE 6.4 Composition of Metallurgical Silicon

Grade	wt. %, max (except for silicon)				
	Si	Fe	Al	Ca	Fe+Al+Ca
Si99	99	0.4	0.4	0.4	1
Si98	98	0.7	0.7	0.6	2
Si97	97	1	1.2	0.8	3
Si96	96	1.5	1.5	1.5	4

TABLE 6.5 Composition of Ferrosilicon (maximal content for all elements except Si and Al), balance—iron

FeSi Type	wt. %							
	Si	Al	P	S	C	Mn	Cr	Ti
FeSi10	8–13	<0.2	0.15	0.06	2	3	0.8	0.3
FeSi15	14–20	<1			1.5	1.5		
FeSi25	20–30	<1.5			1	1		
FeSi45	41–47	<2	0.05	0.05	0.2	1	0.5	0.3
FeSi50	47–51	<1.5		0.05		0.8	0.5	
FeSi65	63–68	<2		0.04		0.4	0.4	
FeSi75Al1	72–80	<1	0.05	0.04	0.15	0.5	0.3	0.2
FeSi75Al1.5		1–1.5					0.3	
FeSi75Al2		1–2			0.2		0.3	0.3
FeSi75Al3		2–3					0.5	
FeSi90Al1	87–95	<1.5	0.04	0.04	0.15	0.5	0.2	0.3
FeSi90Al2		1.5–3					0.2	



شکل ۶,۱۰ تأثیر سیلیکون
غلظت در حلالیت کربن
در آلیاژهای Fe-Si-C در دمای
۱۷۶۰ درجه سانتیگراد. اضافی
فازهای جامد در تعادل با
مذاب گرافیت (منطقه A) SiC است
(منطقه C) یا هر دو (منطقه B).

در سیستم Fe-Si-C ، حلالیت کربن به دما و محتوای سیلیکون، با غلظت های بالاتر سیلیسیم کاهش می یابد. تا ۲۴٪ پوند حلالیت کربن Si در ذوب تقریباً به صورت خطی کاهش می یابد. آهن، سیلیکون و کربن قادر به تشکیل سیلیکوبیدهای پیچیده (مراحل Nowotny) FeSi_xC_z هستند، ترکیب به درجه فروسیلیسیم بستگی دارد. وقتی حلالیت کربن باشد بیش از حد، مذاب در تعادل با گرافیت (منطقه A)، گرافیت و SiC (منطقه B)، یا SiC (منطقه B) (شکل ۶، ۱۰). بنابراین، نمرات بالاتر FeSi بسیار زیاد است کربن کمتری نسبت به گریدهای کم Si.

اگرچه تولید در اصل نسبتاً ساده است ، صنعتی است
فرآیند ، که باید ایمن ، سازگار با محیط زیست و موثر باشد ، بسیار زیاد است
پیچیده تر. همانطور که برای تولید به دمای بالا نیاز است ، سیلیکون نیز لازم است
تولید شده در کوره های ذوب الکتریکی. این قلب گیاه ذوب است. مانند
در شکل ۱۱،۶ نشان داده شده است ، کارخانه از واحدهای تولیدی زیر تشکیل شده است
علاوه بر کوره:

۱. واحد مخلوطی که مواد اولیه قبل از آنها توزین و مخلوط می شوند
وارد سیلوهای ماده اولیه شوید.
۲. سیستم الکتریکی که به کوره انرژی می دهد
۳. واحدهای خارج از گاز که خنک می شوند و گازهای خاموش را از کوره خارج می کنند
۴. واحدهای فرآوری که در آن سیلیکون مایع تولید می شود ، بازیگران تصفیه شده و
خرد شده این قسمت های گیاه اغلب تحت عنوان پایین دست شناخته می شوند
واحدها یا واحدهای سوراخ سوراخ شیر ، همانطور که بعد از کوره وارد می شوند برای بعد از
آن شیر زنجیره ارزش را هول داد.

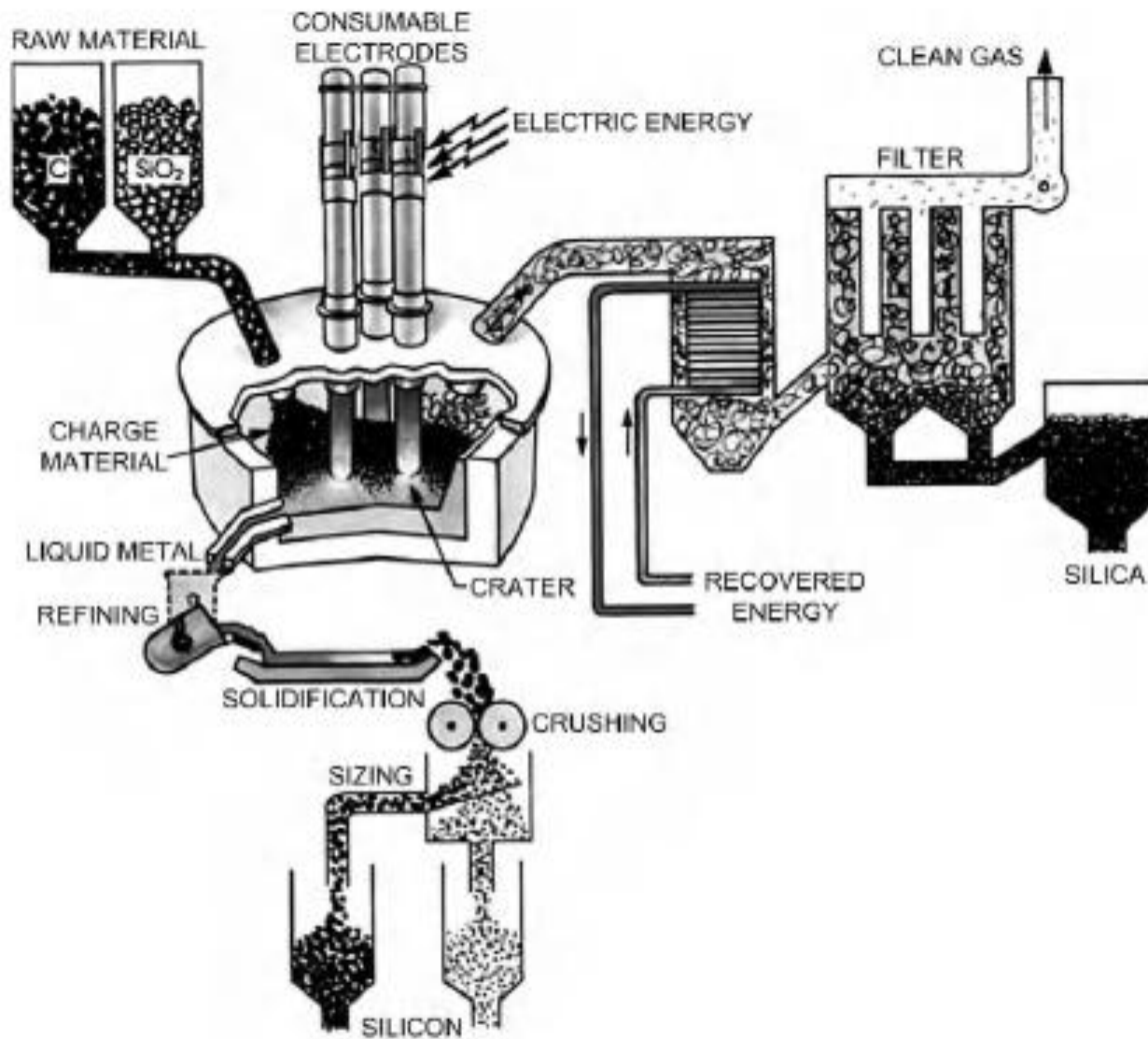
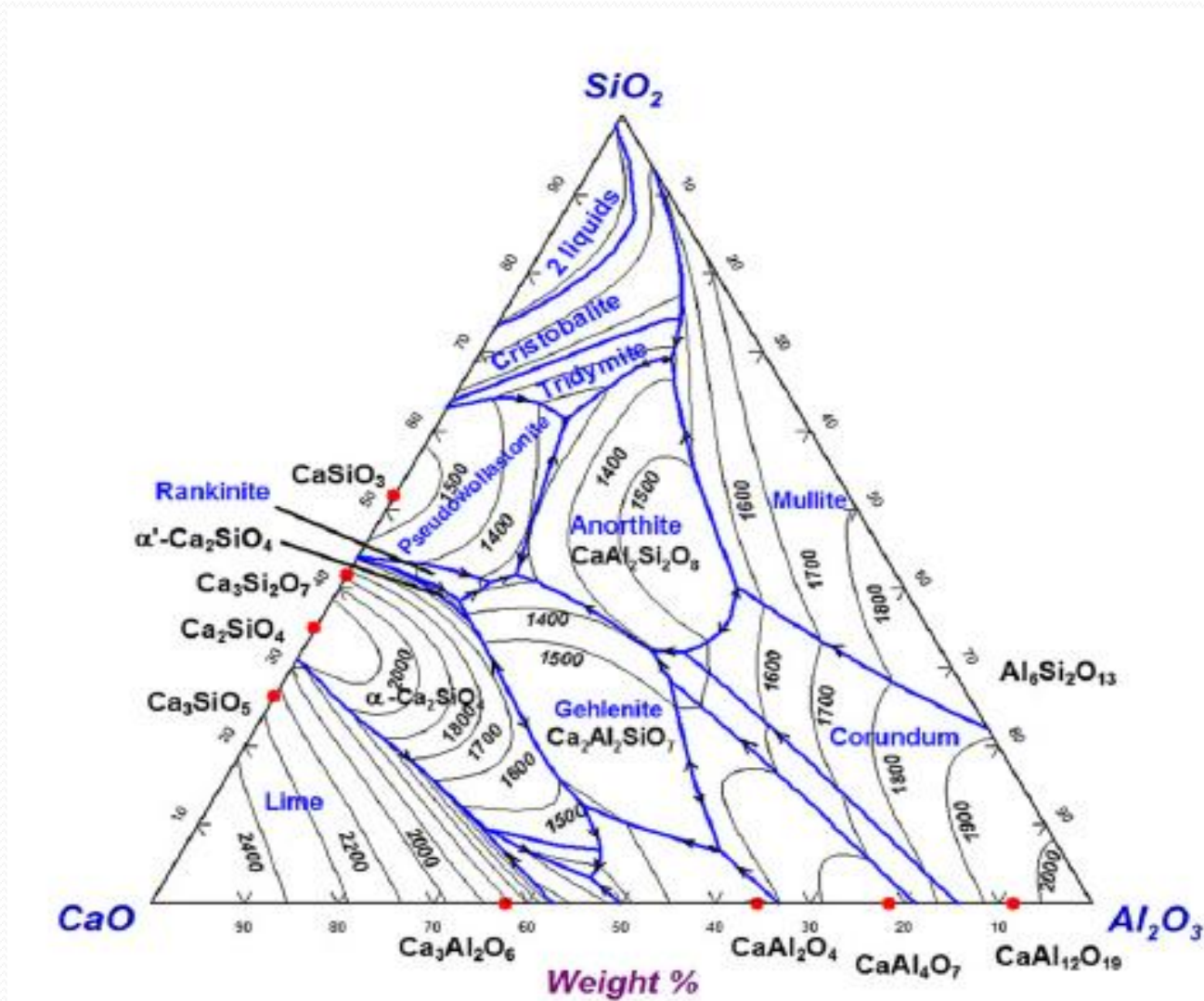


FIGURE 6.11 The schematic of the silicon smelting plant process. (From Schei et al., 1998.)

واکنش در کوره

هسته اصلی فرآیند تولید کوره ذوب است. کوره در عمومی از یک پوشش فولادی تشکیل شده است که در داخل با ماده ای قابل قوطی روکش شده است مقاومت در برابر حرارت بالا ، فشار مکانیکی هنگام حرکت مواد اولیه

فصل ۶] فروسیلیس و سیلیکون فناوری ۲۰۱
به طور مداوم از طریق کوره ، و سایش شیمیایی هنگام اکسیدهای مذاب فلزات از طریق آن جریان می یابند.



نمودار تعادل فاز (طرح ریزی مایعات) در سیستم $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ جامد خطوط ،
مرزهای فازهای معدنی همزمان خطوط نازک ، ایزوترم ها محاسبه شده با (FactSAGE ۶.۲).

TABLE 6.8 The Segregation Coefficient k_o of Some Elements in Silicon

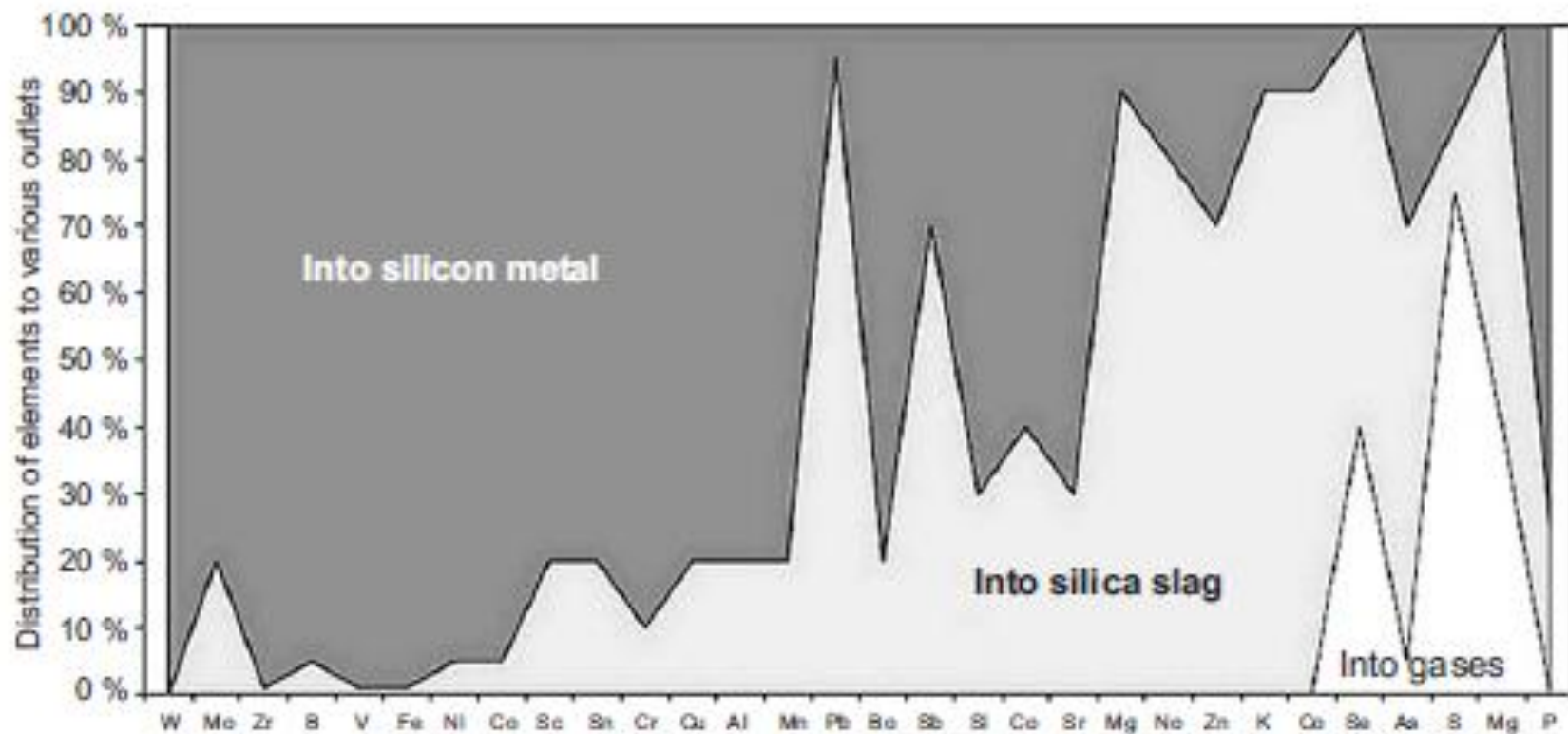
Al	$2 \cdot 10^{-3} - 2.8 \cdot 10^{-3}$	Cu	$4 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-4}$	P	0.35
B	0.8	Fe	$6.4 \cdot 10^{-6} - 6 \cdot 10^{-5}$	Sn	0.016
C	0.05–0.07	N	$7 \cdot 10^{-4}$	Ti	$2 \cdot 10^{-6} - 3.6 \cdot 10^{-4}$
Ca	$8 \cdot 10^{-3}$	Ni	$8 \cdot 10^{-6} - 3 \cdot 10^{-5}$	Zn	$1 \cdot 10^{-5}$
Cr	$1.1 \cdot 10^{-5}$	O	0.25–1.4		

ضرایب تفکیک برای فلزات معمولاً بسیار کم است همانطور که در شکل نشان داده شده است.

جدول ۸، ۶، در حالی که برای عناصری مانند **C**، **O**، **B** و **P** آنها به ترتیب وحدت هستند.

این بدان معنی است که محتوای مشابه این عناصر کمیاب در جامد و درون ماده خواهد بود.

فاز مایع، بنابراین محتوا باید در کل محصول ریخته شده یکسان باشد.



نمونه ای از پارتیشن عناصر کمیاب بین محصولات مختلف سیلیکون ذوب کردن.

THE END

با تشکر از توجهتان