بسمه تعالی
نمونه برداری از گازها و بخارات

نمونه برداری از گازها و بخارات

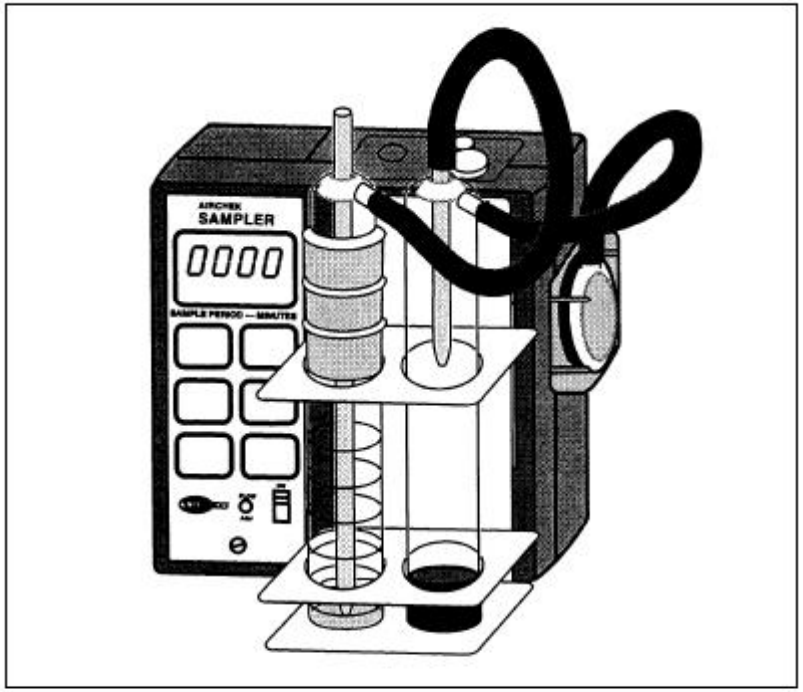


Figure 16–5. Midget impingers are sometimes used to collect personal air samples. They are placed in holsters so they can be worn in the worker's breathing zone. (Courtesy SKC, Inc.)

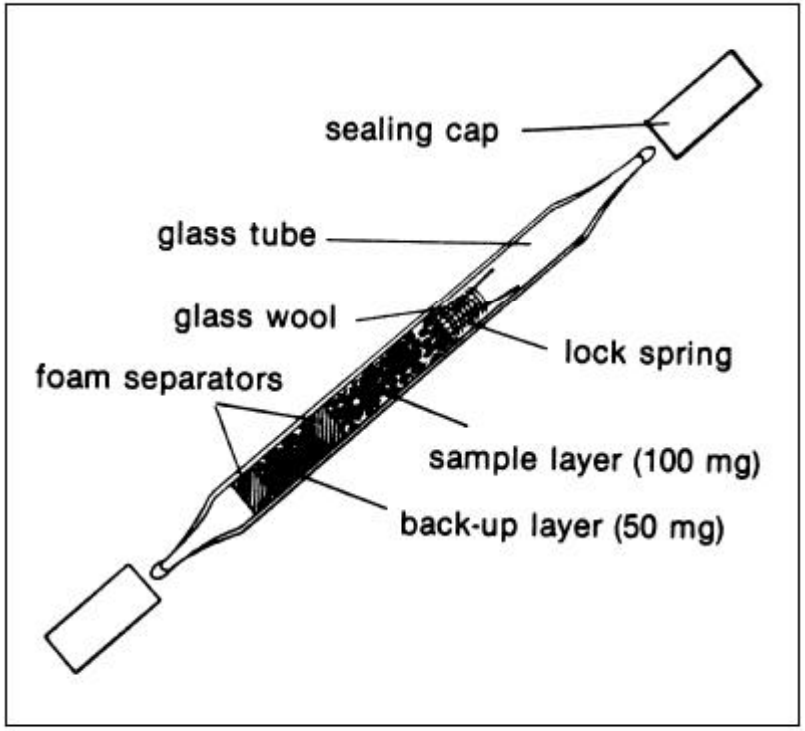


Figure 16–6. Standard activated charcoal tube used in organic vapor sampling. (Courtesy SKC, Inc.)

نمونه برداری طولانی مدت از گازها و بخارات

اگر غلظت گازها و بخارات کم باشد (نمونه برداری مداوم)

در نمونه برداری مداوم :

حجم زیادی از هوای حاوی آلاینده از محیط جاذب عبور داده شده و در آزمایشگاه پس از آماده سازی نمونه ها، تراکم آلاینده اندازه گیری می شود.

وسایلی که در این روش استفاده می شوند از طریق دو مکانیسم آلاینده را جمع آوری می کنند:

۱- جذب عمقی **Absorption**

۲- جذب سطحی **Adsorption**

Sampling Gases and Vapors

1. Impingers
2. Sorbent Tubes
3. Passive Samplers

جذب عمقی

آلاینده گازی در محلول جاذب حل شده یا با آن واکنش می دهد.

در عمل جذب تراکم آلاینده تا زمانی در محلول جاذب افزایش می یابد که تعادلی بین تراکم آلاینده در هوا و محلول جاذب ایجاد شود.

بعد از برقراری تعادل، تراکم آلاینده در محلول جاذب افزایش نخواهد یافت.

اساس کار وسایل موجود در این گروه :

ایجاد سطح و زمان تماس کافی بین آلاینده و جاذب مایع

Selected NIOSH Impinger Sampling Methods

Chemical	*NIOSH Sampling Method No.*	*Impinging Solution*	*Analytical Method*
Aminoethanol compounds II	3509	15 mL of 2 mM hexanesulfonic acid	Ion chromatography
Monomethylaniline	3511	10 mL of 0.05 M sulfuric acid	Gas chromatography
Acetaldehyde	3507	15 mL of Girard T reagent	High-pressure liquid chromatography
Isocyanates	5521	Solution of 1-(2-methoxyphenyl)-piperazine in toluene	High-pressure liquid chromatography

چند مثال برای جذب گازها در محلول های جاذب

گاز یا بخار	محلول جاذب
آمونیاک	اسید سولفوریک رقیق
متانول و بوتانول	آب مقطر
استرها	الکل
کلرورهای آلی	بوتانول
دی اکسید ازت	معرف سالتزمن
سولفید هیدروژن	سولفات کادمیوم
دی اکسیدسولفور	آب اکسیژنه

عوامل موثر در جذب گازها در محلولهای جاذب

- نوع آلاینده
- حلالیت آلاینده در محلول جاذب
- فراریت آلاینده
- حجم محلول جاذب
- فراریت محلول جاذب
- حجم هوای نمونه برداری شده
- فلوی نمونه برداری
- اندازه حباب های ایجاد شده توسط وسیله نمونه بردار

وسایل مورد استفاده درجذب گازها و بخارات در محلول های جاذب

۱ – بطری های گاز شوی ساده

۲- جاذب های مارپیچی

۳ – بابلر های متخلخل

۴ – ستون های حاوی گوی های شیشه ای

۱– بطری های گاز شوی ساده

کاربرد: گازها و بخاراتی که **براحتی** در محلول جاذب حل شده یا واکنش می دهند.

ظروف شیشه ای کوچک با ظرفیت های مختلف

نحوه کارکرد:

۱- ریختن محلول جاذب در داخل ظرف

۲- اتصال به پمپ مکنده

۳- ورود هوا به ظرف و تشکیل حباب در داخل مایع جاذب

۴- واکنش (آلاینده) با محلول جاذب و جمع آوری آلاینده در جاذب

جهت افزایش راندمان جمع آوری : اتصال چندین بطری بصورت سری

انواع بطری های گاز شوی ساده

کاربرد: گازها وبخارات که **براحتی** در محلول جاذب حل شده یا واکنش می دهند.

ظروف شیشه ای کوچک با ظرفیت های مختلف

۱- ایمپینجر گرین بورگ اسمیت

طرح اولیه ایمپینجر (گردوغبار)

حجم ۵۰۰ میلی لیتر (حجم محلول ۲۲۵ تا ۲۵۰ میلی لیتر)

تغییر طرح توسط **هچ** (۷۵ تا ۱۰۰ میلی لیتر)

بطری های گاز شوی ساده

۲- میدجت ایمپینجر

بیشترین استفاده --- اولین طرح (سال ۱۹۴۴): نمونه برداری از آئرسولها (Particle sizing)، قطعه پلاستیکی در بالای محلول

حجم ظرف : ۳۰ میلی لیتر (حجم محلول ۱۰تا ۲۰ میلی لیتر)

راندمان جمع آوری : ۸۵ تا ۹۵ درصد و گاهی به ۹۵ تا ۹۹ درصد می رسد.

دبی نمونه برداری : آئروسل ها (۲٫۸لیتر در دقیقه) ،گازها (حداکثر ۲ لیتر در دقیقه)

۳- میکرو ایمپینجر

طرح کوچک شده میدجت ایمپینجر (در مقیاس یک سوم)

حجم محلول جاذب یک پنجم مقدار محلول میدجت ایمپینجر

مناسب برای نمونه برداری فردی (عدم ریخته شدن محلول جاذب در اثر وارونگی)

ورودی (عمودی)

خروجی (افقی)

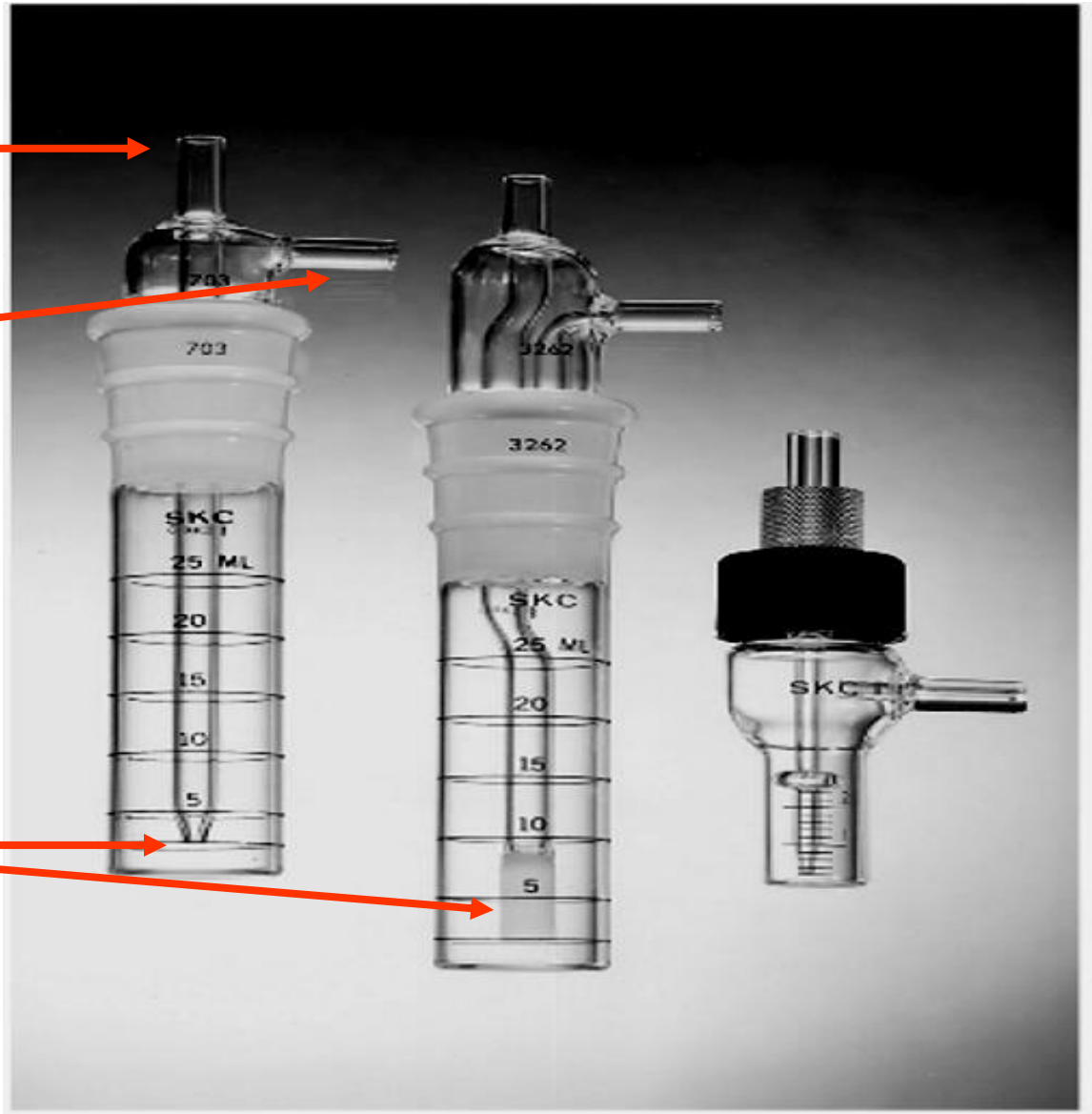
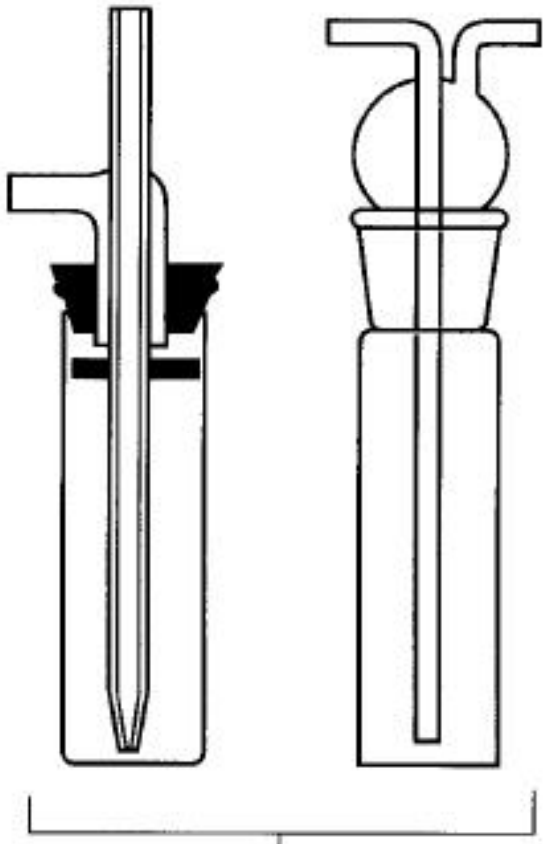
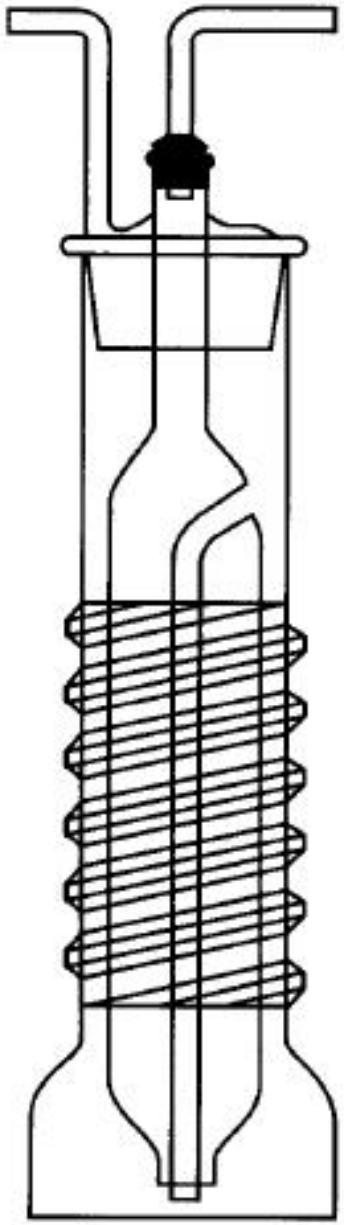


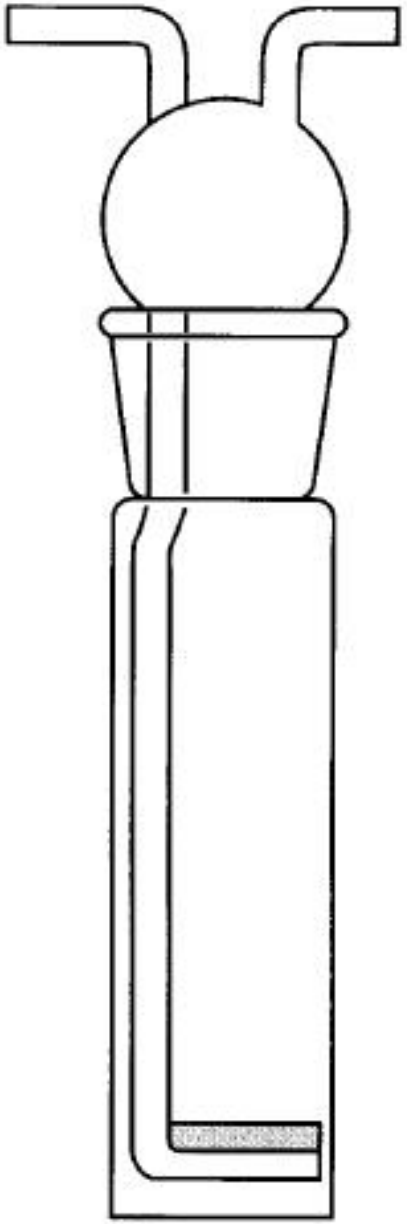
Figure 6.4. Examples of liquid-filled collection devices. *Left* to *right*: a midget impinger, a midget bubbler, and a spill-proof impinger. (Courtesy of SKC, Inc.)



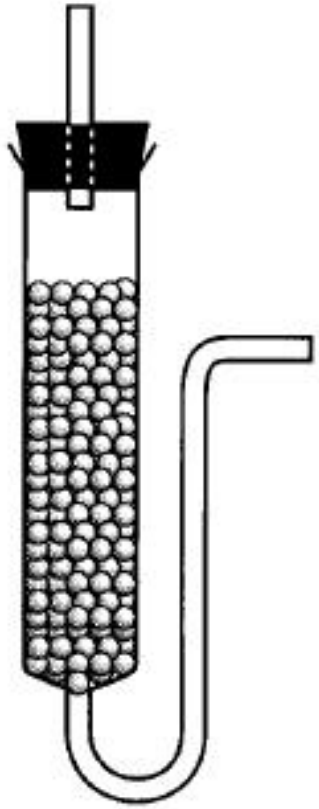
Simple Gas Washing



Helical Absorber



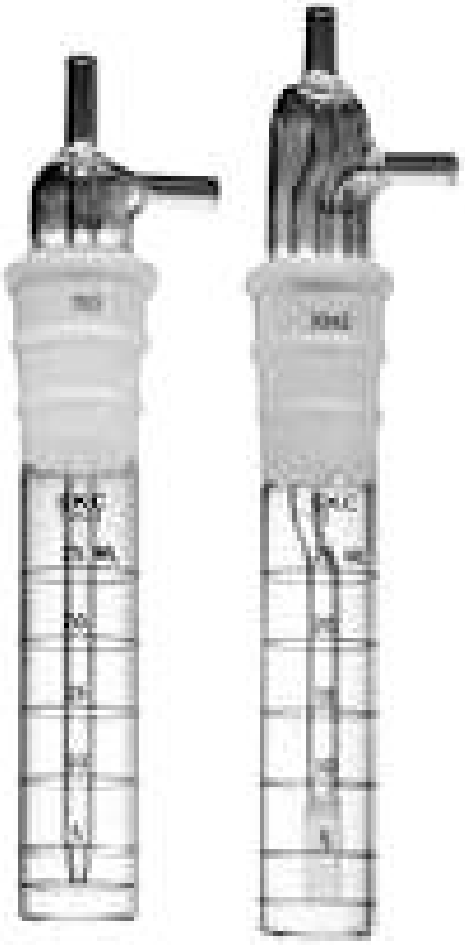
Fritted Bubbler

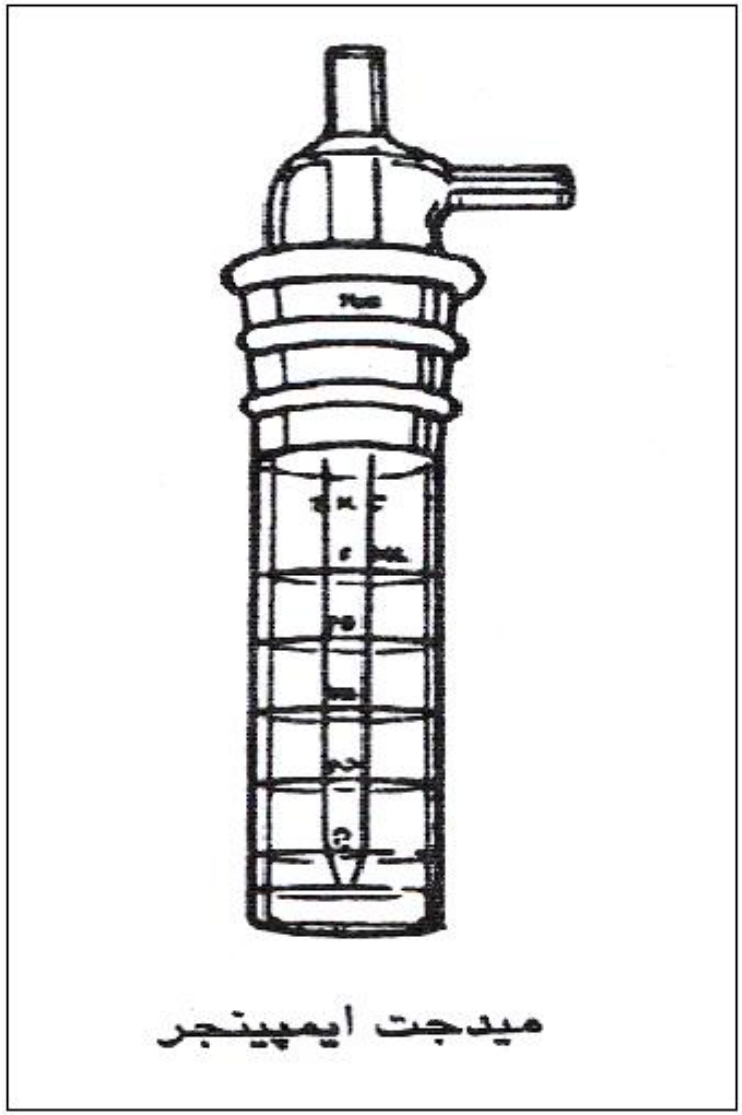


Glass Bead Column

A and B	simple gas washing
C	helical absorber
D	fritted bubbler
E	glass bead column

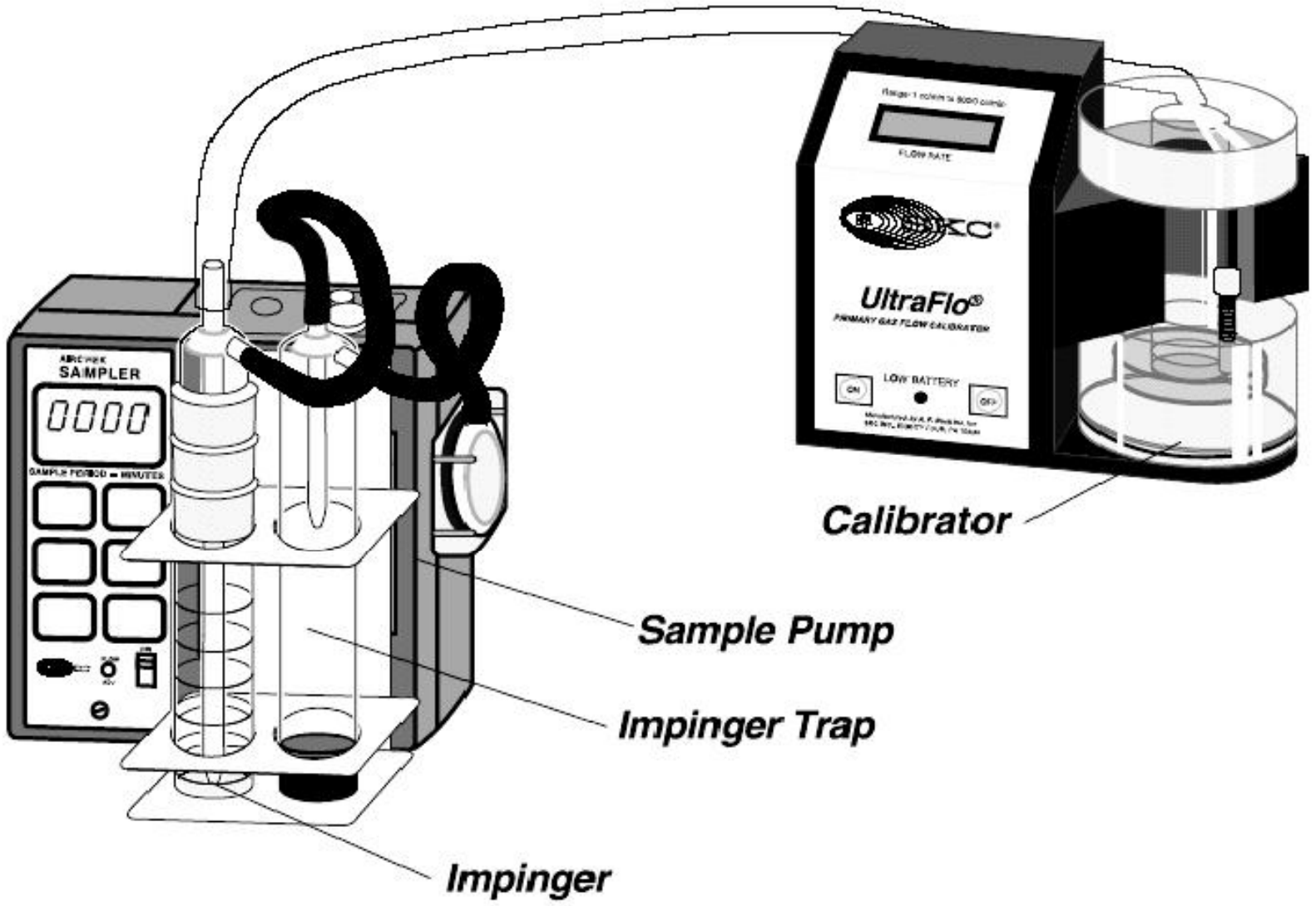
کاربرد ایمپینجرها همراه با پمپهای نمونه برداری





میدجت ایمپینجر

Figure 6.4. Examples of liquid-filled collection devices. *Left* to *right*: a midget impinger, a midget bubbler, and a spill-proof impinger. (Courtesy of SKC, Inc.)



Impinger/trap sampling train with flowmeter. (SKC—Universal Sampler with Double Impinger Holder attached to UltraFlo® electronic calibrator)

Teflon PFA (fluoropolymer) impingers. These vessels are completely inert to virtually all chemicals and perform well in both high temperature and cryogenic applications. (SKC)

نحوه جلوگیری از ورود مایع جاذب به پمپ مکنده

۱) با استفاده از یک قطعه پلاستیکی که در بالای محلول جاذب قرار داده می شود.
۲) استفاده از یک ایمپینجر خالی یا لوله ذغال فعال در مدار

نحوه تعیین کارآیی ایمپینجر:

اتصال چند ایمپینجر به صورت سری به یکدیگر
انجام نمونه برداری و تعین مقدار آلاینده در هر کدام از ایمپینجرها

محاسبه راندمان بر حسب درصد :

مقدار آلاینده در ایمپینجر اول تقسیم بر مقدار آلاینده در تمام ایمپینجرها ضربدر ۱۰۰

جاذب های مارپیچی

بطری های نمونه گیر با لوله مارپیچی

مسیر مارپیچی باعث افزایش تماس آلاینده با محلول جاذب میشود

طول مسیر عبور هوا در جاذب های مارپیچی:

در حدود ۵ تا ۱۰ برابر مسیر عبور در بطری های گاز شوی ساده

جاذب های مارپیچی برای آلاینده های با انحلال متوسط مناسب می باشند.

بابلر های متخلخل

انتهای نازل به صورت متخلخل است در نتیجه هوا به صورت حبابهای بسیار ریز در می آید. (افزایش افت فشار)

با ایجاد حبابهای بسیار ریز سطح تماس گاز یا بخار با محلول جاذب افزایش پیدا کرده و راندمان جذب افزایش می یابد.

برای گازهای با قابلیت انحلال کمتر (CL و NO_2) بابلر ها مناسب هستند.

مسدود شدن منافذ در صورت وجود گردوغبار در هوا

از یک پیش فیلتر (**Pre filter**) مانند فیلتر فایبر گلاس استفاده میشود

بابلر های متخلخل

- راندمان جذب بالا (بدلیل ایجاد حبابهای کوچکتر هوا)

برای گازهای با قابلیت انحلال کمتر (CL_2 و NO_2) بابلر ها مناسب هستند.

- **انواع بابلرهای متخلخل:**
- منافذ ریز (fine) : برای آلاینده های فرار (بیشترین کارآیی)

  قطر منافذ : ۲۵ تا ۵۰ میکرومتر
- منافذ درشت (coarse) : آلاینده هایی با فراریت کم

  قطر منافذ: ۷۰ تا ۱۰۰ میکرومتر
- منافذ خیلی درشت (Extra coarse) : آلاینده های قابل حل (بیشترین دبی)

  قطر منافذ : ۱۴۵ تا ۱۷۵ میکرومتر

ستون های حاوی گوی های شیشه ای

موارد استفاده : جمع آوری محلول های غلیظی از آلاینده ها

در این ستون ها گوی های شیشه ای با محلول جاذب آغشته می شوند و در نتیجه سطح وسیعی برای جمع آوری گازها و بخارات فراهم می گردد.

دبی نمونه برداری : ۰٫۲۵ تا ۰٫۵ لیتر بر دقیقه

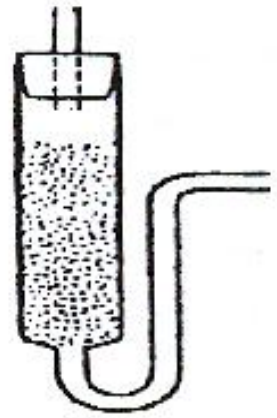
جذب گازها در مایعات

برای گازها و بخارات قابل حل در آب یا واکنش پذیر با محلولهای جاذب استفاده می شود.

اساس کار وسایل این گروه : ایجاد تماس کافی بین آلاینده و جاذب مایع

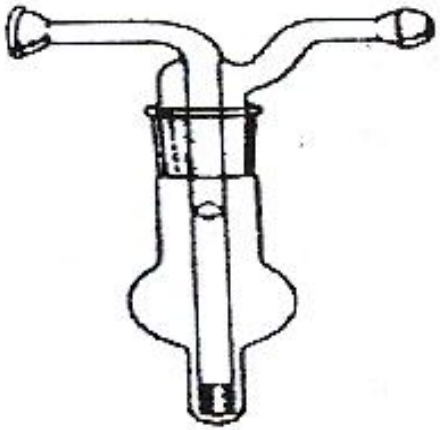
فاکتورهای مهم در نمونه برداری گازها توسط محلولهای جاذب

- دبی نمونه برداری
- حلالیت آلاینده درمحلول جاذب
- واکنش پذیری آلاینده با محلول جاذب
- فشار بخار آلاینده (فراریت آلاینده)
- فراریت محلول جاذب
- اندازه حبابهای هوا

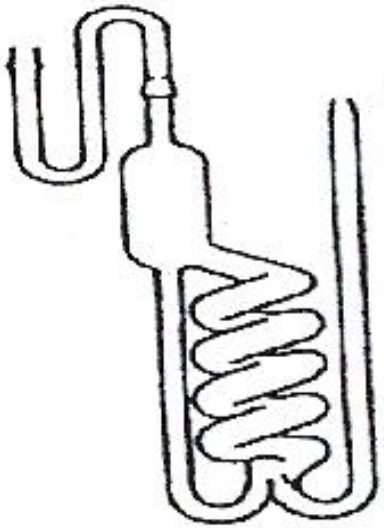


ستون دارای گوی‌های شیشه‌ای

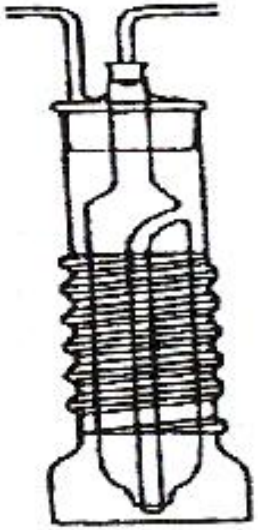
ایمپینجر کوچک

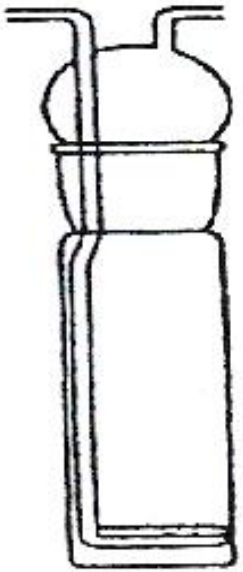


نمونه‌گیر بابلر دی‌اکسید نیتروژن



بطری‌های نمونه‌گیری با لوله‌های مارپیچی





بابلر متخلخل

وسایلی، که برپایه‌ی پدیده‌ی جذب آلاینده را از هوا جدا می‌سازند.

مشکلات استفاده از روش جذب عمقی

جدیدا روشهای جذب عمقی با روشهای جذب سطحی و دزیمترهای پسیو جایگزین شده است

در مواردیکه رطوبت محیط بالا باشد و یا روش جایگزین نداشته باشیم از این روش استفاده می شود.

مشکلات استفاده از روش جذب

۱- وجود گردوغبار در محیط (گرفتگی منافذ بابلرهای متخلخل)

۲- ایجاد مزاحمت برای کارگر و ریخته شدن محلول جاذب

۳- متراکم شدن بخارات در مدار نمونه برداری و جذب آلاینده بر روی سطوح

۴- احتمال ورود مایع جاذب به پمپ نمونه برداری

۵- تبخیر شدن محلول جاذب

- نیاز به کنترل در طول نمونه برداری و اضافه کردن محلول
- در صورت سمی بودن محلول جاذب، مواجهه کارگر با بخارات سمی

استفاده از ایمپینجرها به صورت سری

دو دلیل را می توان بیان کرد:

۱- افزایش راندمان جمع آوری

TABLE 6.5. Effect of Two Bubblers in Series on Collection Efficiency

Vapor	Solvent	Maximum Air Volume in Liters for 95% Recovery	
		1 Bubbler (10mL)	2 Bubblers (10mL each)
Acetone	Water	0.8	5.4
Methanol	Water	9.0	62.0
n-Butanol	Water	10.0	68.0
Chloroform	Isopropanol	0.8	5.4
Carbon tetrachloride	Isopropanol	0.5	3.4
Methyl chloroform	Isopropanol	0.5	3.4
Trichloroethylene	Isopropanol	0.9	6.2

۲- پی بردن به ترک آلاینده

متد شماره ۳۵۰۰

نمونه برداری از فرمالدئید با ایمپینجر

وسیله نمونه بردار: ۲ ایمپینجر به صورت سری با فیلتر **PTFE**

محلول جاذب : ۲۰ میلی لیتر محلول بی سولفیت سدیم ۱٪

دبی نمونه برداری : ۰٫۲تا ۱ لیتر بر دقیقه

مدار نمونه برداری:

فیلتر کاست اول- ۲ ایمپینجر سری – فیلتر کاست دوم – پمپ

انتقال محلول از محیط به آزمایشگاه : بطری پلی اتیلنی

شرایط ایجاد ترک آلاینده : غلظت در ایمپینجر دومی بیشتر از ۱/۳ غلظت ایمپینجر اولی باشد.

نکات قابل توجه در نمونه برداری با ایمپینجرها

- کالیبراسیون: قرار دادن تله (ایمپینجر خالی ، لوله جاذب یا فیلتر) یا پیش فیلتر در مدار کالیبراسیون
- توجه کافی به ورودی و خروجی ایمپینجر در هنگام اتصال مدار نمونه برداری (جهت جلوگیری از ورود تصادفی مایع به پمپ)
- اتصال ایمپینجر در موقعیت عمودی به یقه یا بدن کارگر
- در صورت روشن کردن پمپ اگر حبابی ایجاد نشد احتمال نشت در مدار وجود دارد
- توجه به کاهش سطح محلول جاذب و اضافه کردن محلول : محلول نباید به کمتر از نصف مقدار اولیه برسد.
- شستشوی دیواره های ایمپینجر با ۱ یا ۲ میلی لیتر محلول بعد از اتمام نمونه برداری
- محلولهای حساس به نور در ظروف تیره و در داخل جعبه انتقال داده شوند.
- از وارد کردن فشار به نازل حباب ساز ایمپینجر خودداری نمائید.

جذب سطحی (Adsorption)

نمونه برداری بوسیله لوله های جاذب

Solid sorbent sampling

پر استفاده ترین روش نمونه برداری از گازها و بخارات

نمونه برداری شغلي (بستر جامد در داخل لوله شیشه ای)

نمونه برداری محیطي (بستر جامد در داخل لوله شیشه ای یا کارتریج فلزی)

جاذبهای مرسوم مورد استفاده در نمونه برداری شغلی:

معمولا ذغال فعال، سیلیکاژل، کروموزرب و پروپاک

جاذبهای مورد استفاده در نمونه برداری محیطی :

کربوترپ و مولکولارسیو (صافیهای مولکولی یا الک های مولکولی)

تناکس در هر دو نمونه برداری کاربرد دارد.

جذب سطحی (Adsorption)

نمونه برداری بوسیله لوله های جاذب Solid sorbent sampling

برای نمونه برداری از گازها و بخارات واکنش ناپذیر و غیر محلول در جاذب های مایع استفاده می شوند.

پر استفاده ترین روش نمونه برداری از گازها و بخارات

نمونه برداری شغلي و محيطي

در این روش آلاینده بر روی بستر جامد جمع آوری شده و درآزمایشگاه توسط روش های بازیافت از بستر جدا شده و تجزیه می گردد.

جذب سطحی یک فرایند فیزیکی است

جذب سطحی

جاذبهای جامد، جاذبهای اختصاصی نیستند

(برای گروهی از ترکیبات:مثلا متد ۱۵۰۱ برای هیدروکربن های آروماتیک)

ترکیبات ناخواسته نیز می توانند همراه با ترکیب مورد نظر جمع آوری شوند

اسامی جاذبها

۱- اسامی خاصی دارند مانند ذغال فعال

۲- اسامی تجاری دارند مانند **XAD** و **ORBO**

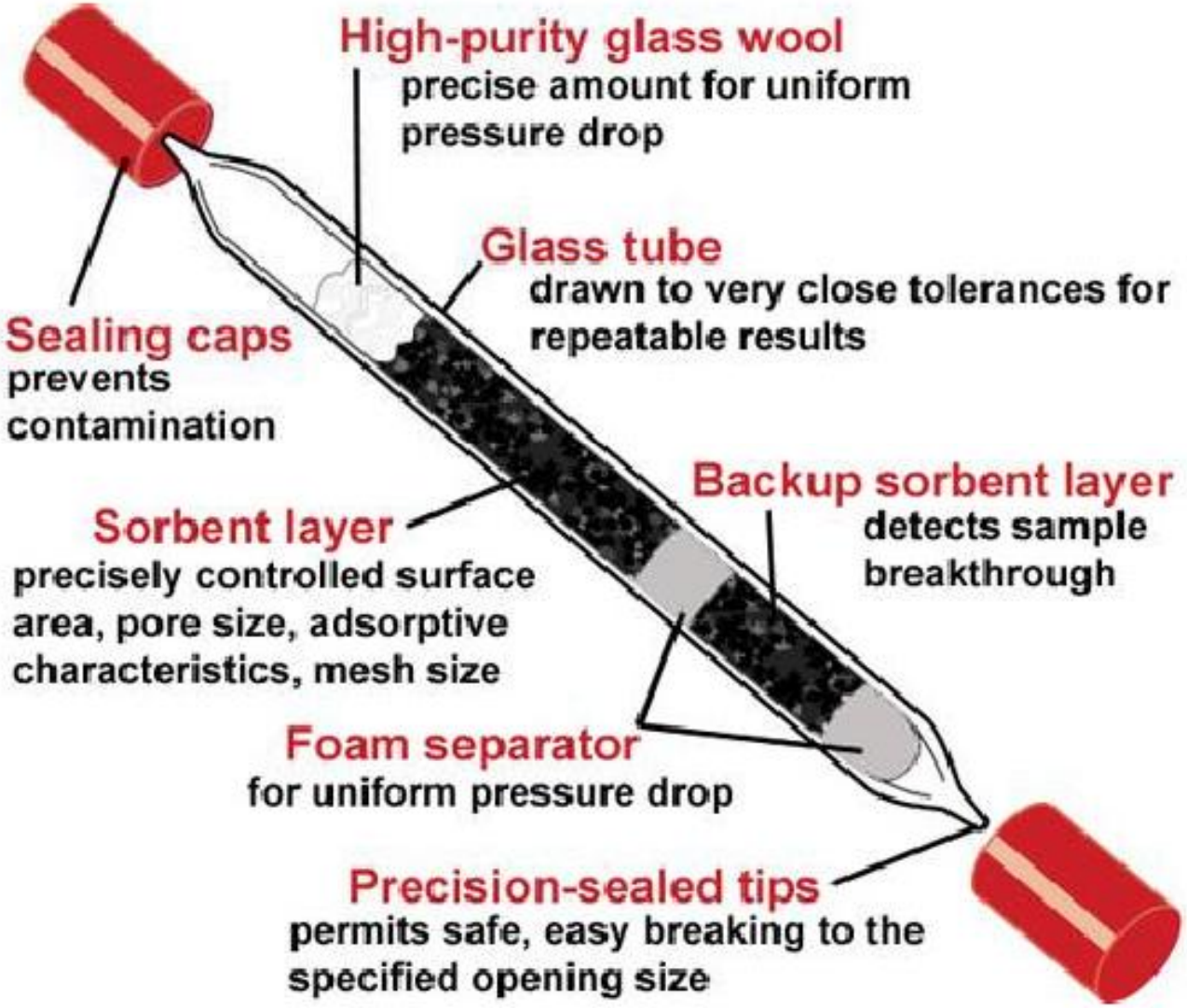
ORBO-22: حاوی پلیمر استیرن دی وینیل بنزن که با **N**- بنزیل اتانول آمین پوشش داده شده است. (برای نمونه برداری فرمالدئید)

برخی از لوله های جاذب توصیه شده NIOSH

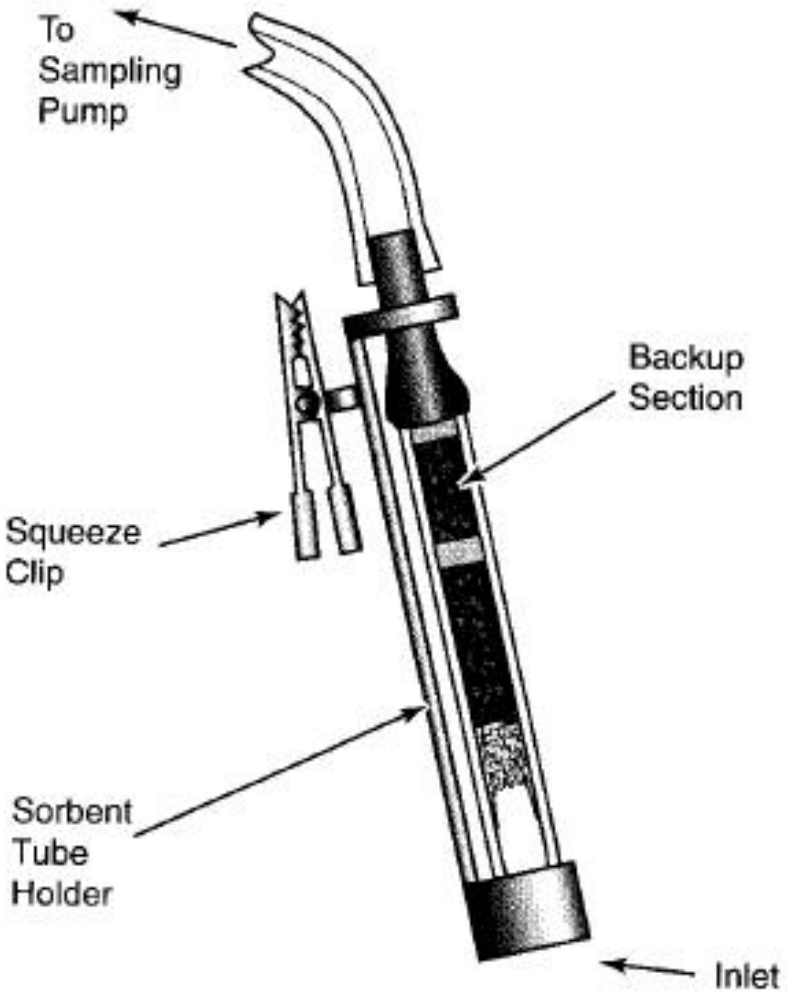
NIOSH-Recommended Sorbent Tubes

Chemical	*NIOSH Method No.*	*Tube*	*Analytical Method*
Methanol	2000	Silica gel	Gas chromatograph
Aromatic amines	2002	Silica gel	Gas chromatograph
Halogenated hydrocarbons	1003	Charcoal	Gas chromatograph
Naphthas	1550	Charcoal	Gas chromatograph
Phosphorus	7905	Tenax GC	Gas chromatograph
Nitroethane	2526	XAD-2	Gas chromatograph
Methyl ethyl ketone	2500	Carbon molecular sieve	Gas chromatograph
n-Butyl mercaptan	2525	Chromosorb 104	Gas chromatograph

ساختار یک لوله جاذب

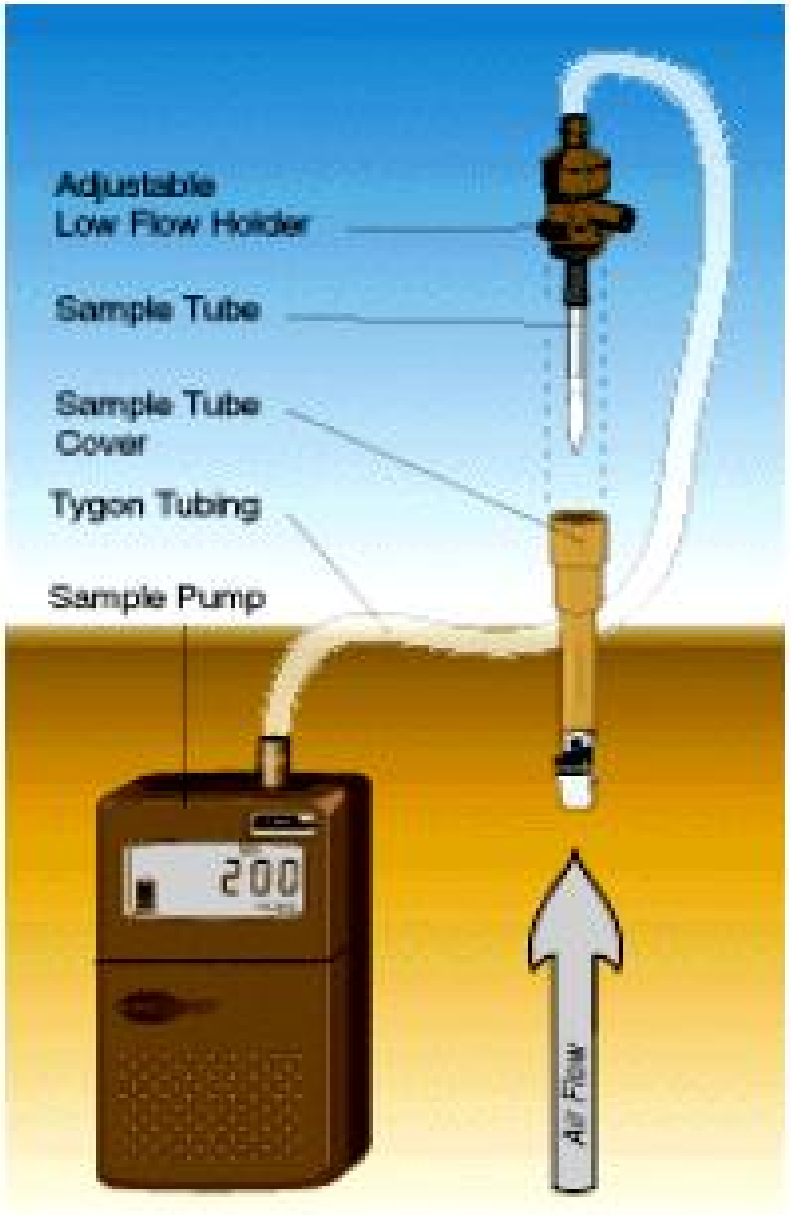


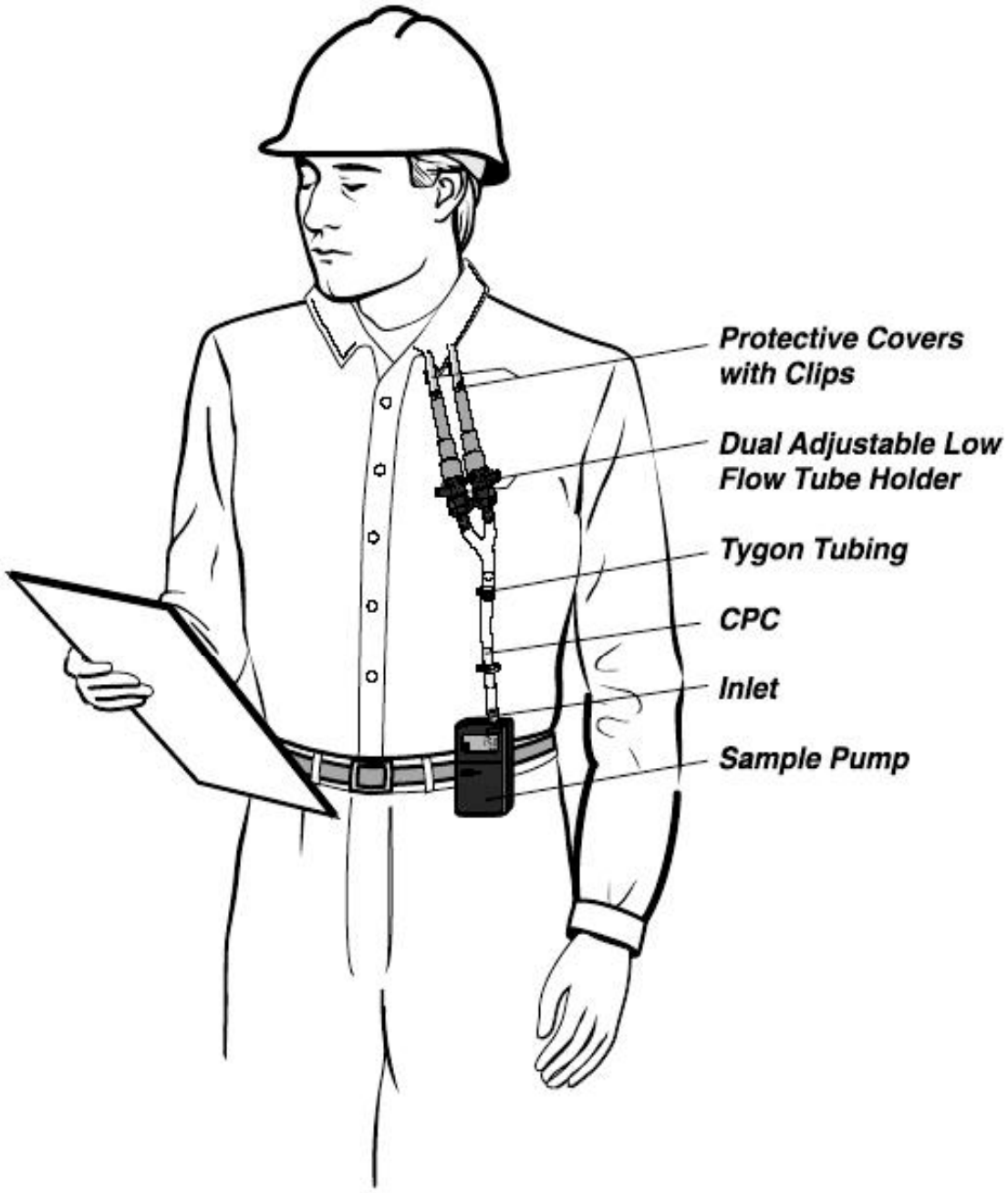
آماده سازی لوله جاذب برای نمونه برداری



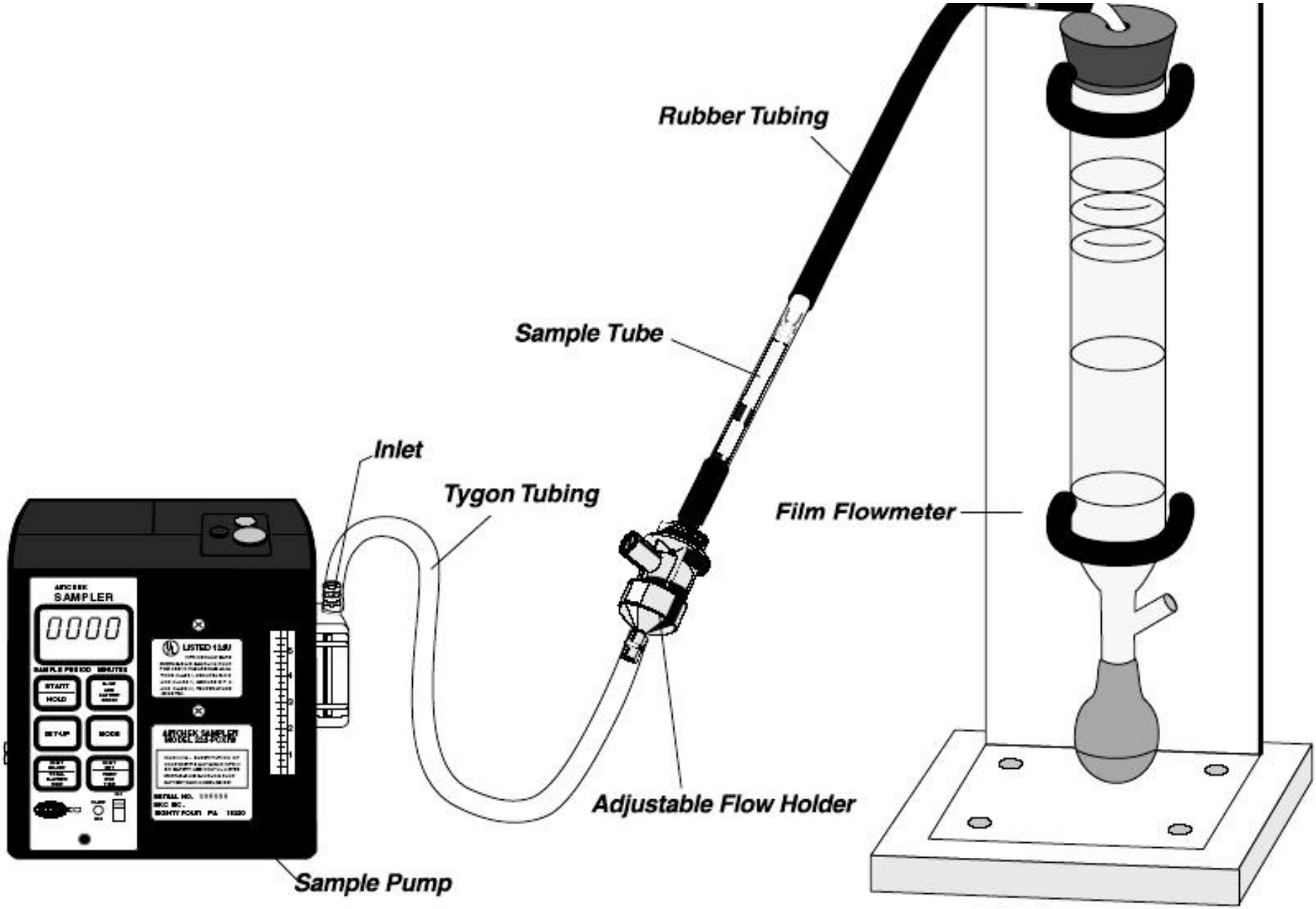
نمونه برداری با لوله جاذب

Sorbent tube placement with protective tube holder





Worker wearing sampling pump and two tubes side-by-side for simultaneous tube sampling



A primary standard flowmeter connected to a sampling train

عوامل تاثیر گذار در کارکرد جاذبهای جامد

۱- سطح جذب ماده جاذب

۲- نوع ماده جاذب

جاذب قطبی مانند سیلیکاژل : جذب بهتر ترکیبات قطبی (الکل ها)

جاذب غیر قطبی مانند کربن فعال : جذب بهتر ترکیبات غیر قطبی (آروماتیک ها)

۳- ساختمان مولکولی

مواد با ساختمان مولکولی پیچیده نسبت به مواد ساده بهتر و بیشتر جذب می شوند.

جذب سطحی پروپانول نسبت به متانول و اتانول بیشتر است.

۴- دما و فشار

افزایش فشار و کاهش دما جذب سطحی گازها را توسط جاذبهای سطحی افزایش می دهد.

۵- سهولت مایع شدن گاز

هر چه گاز براحتی به مایع تبدیل شود، جذب سطحی آن راحتتر است

مشخصات لوله ذغال فعال پیشنهادی NIOSH

طول: 7cm قطر داخلی : 4mm قطر خارجی : 6mm

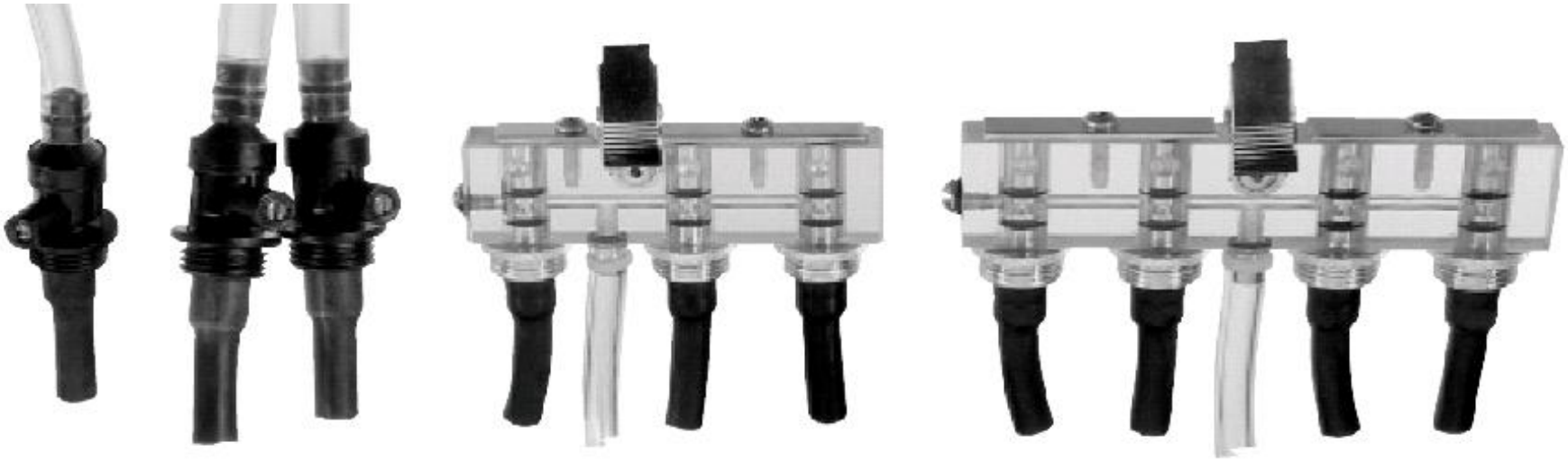
دارای ۲ بخش جلویی و عقبی است.

بخش جلویی ۱۰۰ میلی گرم و بخش عقبی ۵۰ میلی گرم ذغال فعال دارد. (۵۰/۱۰۰)

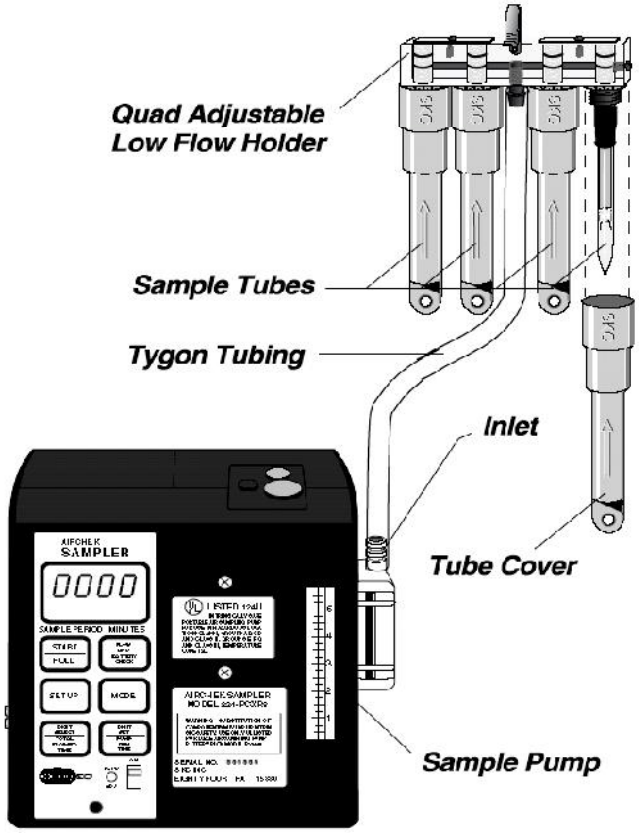
ذغال های بکاررفته دارای مش ۲۰ و ۴۰ می باشند.که توسط یک لایه ۲ میلی متری فوم پلی اورتان از همدیگر جداشده اند.

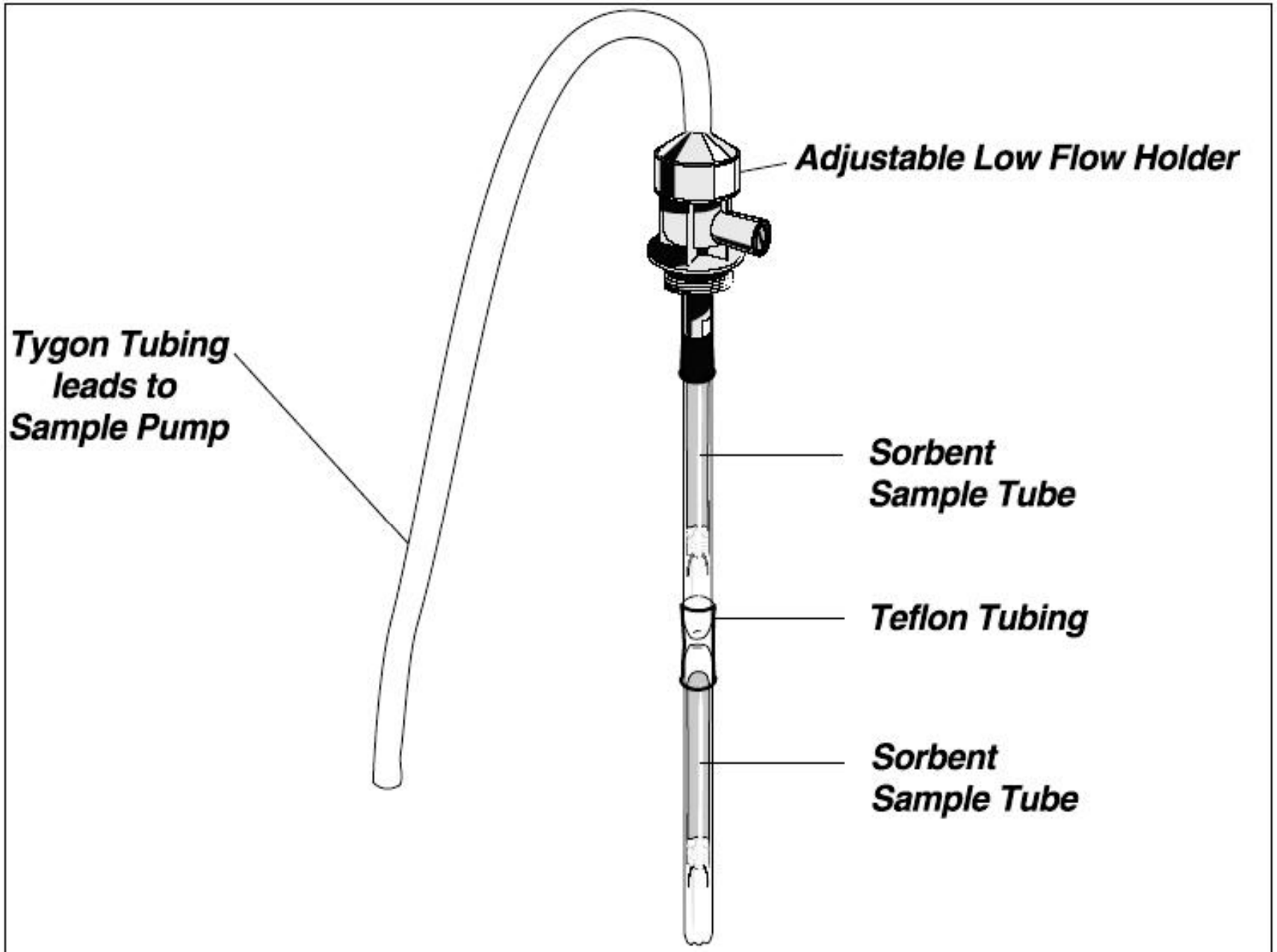
مش (Mesh): به تعداد گرانول ها در یک اینچ مربع گفته می شود.

انواع دیگر لوله ذغال فعال: ۲۰۰/۴۰۰ و ۲۰۰ /۸۰۰



Single, double, triple, and quadruple adjustable low flow holders





Two sorbent sampling tubes in series with a single adjustable low-flow holder

ترک آلاینده Breakthrough

اگر در هنگام نمونه برداری، آلاینده از بخش جلویی لوله عبور کرده و به بخش عقبی لوله برسد و مقدار آلاینده رسیده به بخش عقبی بیشتر از ۲۰-۲۵٪ مقدار آن در بخش جلویی لوله باشد در اینصورت پدیده **Breakthrough** اتفاق افتاده است.

امروزه حد ۱۰ درصدی برای BT تعیین شده است.

عوامل تاثیر گذار بر روی ترک آلاینده

۱- دما

۲- رطوبت

۳ - دبی : افزایش دبی به بیش از ml/min ۵۰۰ باعث افزایش BT می شود میزان افزایش بستگی به جاذب سطحی دارد.

۴- غلظت

۵ – وجود چند ترکیب شیمیایی به طور توام:

در جاذبهای قطبی : بیشترین جذب مربوط به ترکیب قطبی تر است

در جاذبهای غیر قطبی : بیشترین جذب مربوط به ترکیب با حجم مولکولی بزرگتر یا نقطه جوش بالاتر است.

۶ – اندازه لوله جاذب :

افزایش طول لوله باعث کاهش ترک آلاینده می شود.

Migration

پدیده ای شبیه به ترک آلاینده است.

مقداری از آلاینده قبل از آنالیز نمونه وارد بخش عقبی لوله می شود.

مهاجرت آلاینده را نمی توان از **BT** تشخیص داد.

راه حل : آنالیز زودتر نمونه های هوا

CALCULATIONS:

13. Determine the mass, µg (corrected for DE) of analyte found in the sample front (W_f) and back (W_b) sorbent sections, and in the average media blank front (B_f) and back (B_b) sorbent sections.
    NOTE: If $W_b > W_f/10$, report breakthrough and possible sample loss.
14. Calculate concentration, C, of analyte in the air volume sampled, V (L):

$$C = \frac{(W_f + W_b - B_f - B_b)}{V}, mg / m^3$$

NOTE: µg/L = mg/m^3

بازیافت نمونه ها از لوله های جاذب

۱- بازیافت شیمیایی : Solvent desorption

مراحل کار به قرار زیر است:

۱- بخش جلویی و بخش عقبی لوله ذغال فعال به طور جداگانه به ۲ ویال (ظرف شیشه ای دربدار) منتقل می شود.

۲- حجم معینی از یک حلال (۰/۵ تا ۲ میلی لیتر) مانند دی سولفید کربن، متانول، استون و ... به آن اضافه می شود.

۳- ویال را تکان داده و فرصت داده می شود آلاینده از بستر وارد حلال شود. (بازیافت شود)

۴- پس از استخراج ، مقدار آلاینده با روش های دستگاهی تعیین مقدار می شود.

۲- بازیافت حرارتی Thermal desorption

در این روش لوله حاوی ماده جاذب را حرارت می دهند.

برای انجام بازیافت، لوله جاذب سطحی در دستگاه بازیافت حرارتی قرار گرفته و به اطراف آن حرارت داده می شود.

سپس یک گاز بی اثر مانند نیتروژن از داخل لوله عبور داده می شود و کلیه ترکیباتی که در جاذب سطحی جمع آوری شده اند به طرف دستگاه تجزیه کننده فرستاده می شود.

مشکلات بازیافت شیمیایی:

- سمیت و قابلیت اشتعال بالای دی سولفید کربن
- دشواری عمل بازیافت
- وقت گیری

اگر دمای بالای بازیافت حرارتی باعث از بین رفتن نمونه شود مجبور هستیم که از روش بازیافت شیمیایی استفاده کنیم

عیب بازیافت حرارتی :

عدم امکان تجزیه مجدد نمونه.

Breakthrough

اگر بخش جلوئی جاذب سطحی از آلاینده اشباع شود، آلاینده وارد بخش عقبی شده و شروع به خارج شدن از لوله جاذب خواهد کرد.

تشخیص **Breakthrough**:

معیارهای متفاوتی وجود دارد

مقدار آلاینده در بخش عقبی مساوی یا بیشتر از ؟٪ بخش جلويي باشد

Applications and Computational elements of Industrial Hygiene :
10%

بهترین تفسیر برای **Breakthrough**:

غلظت واقعی آلاینده در هوا بیشتر است.

بعضی از مواد مستعد ترک آلاینده هستند مانند کلرید متیلن

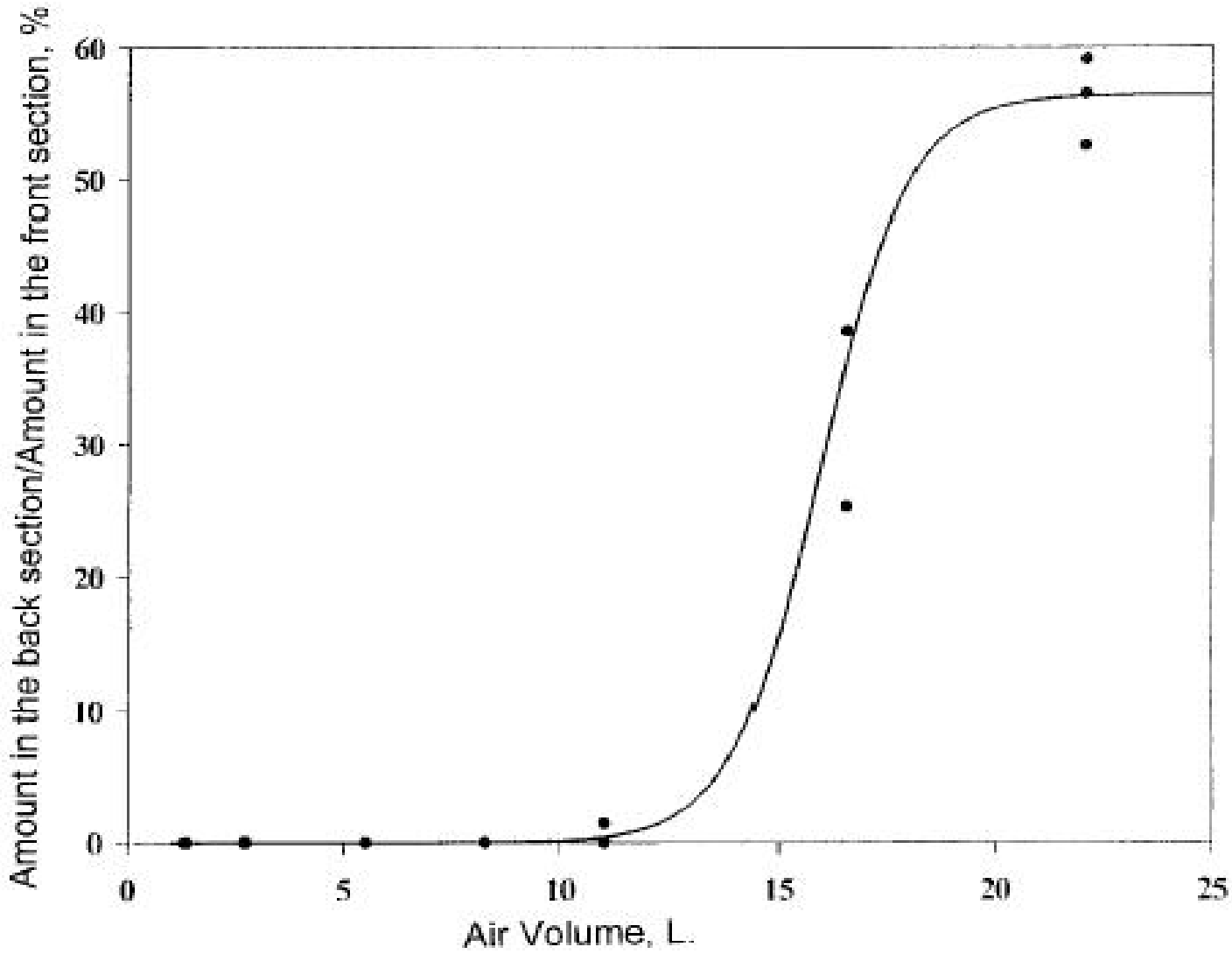


Figure 6.2. Illustration of typical breakthrough curve as a charcoal adsorbent is saturated with an organic vapor. Since breakthrough depends on the mass of chemical adsorbed as well as the effects of water vapor, test results usually specify the sample volume, vapor concentration, and relative humidity.

انواع جاذبهای جامد

انواع جاذبهای جامد

- ذغال فعال
- سیلیکاژل وآلومیناژل
- کربوتراپ
- مولکولرسِو
- تناکس (Tenax)
- پروپاک (Propak)
- کروموزرب (Chromosorb)

۱- ذغال فعال Activated charcoal

ذغال فعال جاذب سطحی بسیار مناسبی برای اغلب بخارات آلی است.

شرایط تهیه ذغال فعال

ذغال معمولی درنتیجه سوختن مواد کربن دار ایجاد می شود

در اثر حرارت دادن ذغال معمولی با بخار در درجه حرارت ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی گراد به ذغال فعال تبدیل می شود.

در اثر این فرایند ساختمان خلل و فرج دار با منافذ بسیار ریز در ساختار ذغال معمولی ایجاد می شود. این امر سبب می شود که سطح داخلی ذغال افزایش یابد.

سطح داخلی ۱ گرم ذغال فعال برابر ۱۰۰۰ متر مربع می باشد.

منشا ذغال فعال : پوست نارگیل یا پترولیوم

ذغال فعال (ادامه)

NIOSH لوله ذغال فعال را برای نمونه برداری از حلال های صنعتی مانند هیدروکربن ها، هیدروکربن های هالوژنه، استرها، اترها، کتون ها و گلیکول اترها توصیه می نماید.

ذغال فعال برای نمونه برداری از ترکیبات زیر توصیه نمی شود:

ترکیبات آلی مانند مرکپتانها و آلدهید ها

ترکیبات معدنی مانند O_3، NO_2، CL_2، H_2S، SO_2

۱- ذغال فعال Activated charcoal

پیشنهاد NIOSH و OSHA : برای رنج وسیعی از ترکیبات آلی

شرایط تهیه : ذغال معمولی درنتیجه سوختن مواد کربن دار ایجاد می شود و در اثر حرارت دادن با بخار در درجه حرارت ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی گراد به ذغال فعال تبدیل می شود.

منشا ذغال فعال : پوست نارگیل یا پترولیوم

ذغال با پایه پوست نارگیل جاذب ضعیفی برای کتونها است.

ذغال فعال برای نمونه برداری ترکیبات آلی مانند مرکپتانها و آلدهید ها پیشنهاد نمی شود (بدلیل واکنش پذیری بالای سطح ذغال فعال با این ترکیبات)

ترکیبات معدنی مانند ازن، NO_2، CL_2، H_2S، SO_2 از نظر شیمیایی با ذغال فعال واکنش می دهند

ذغال فعال جاذب موثری برای هیدروکربنهای با وزن مولکولی کم و فرار(متان و اتان) و ترکیبات با نقطه جوش پائین (آمونیاک، اتیلن و کلریدهیدروژن) نمي باشد.

مقدار ذغال موجود در لوله ها: ۱۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی گرم

رطوبت تاثیر منفی بر جذب ذغال فعال دارد

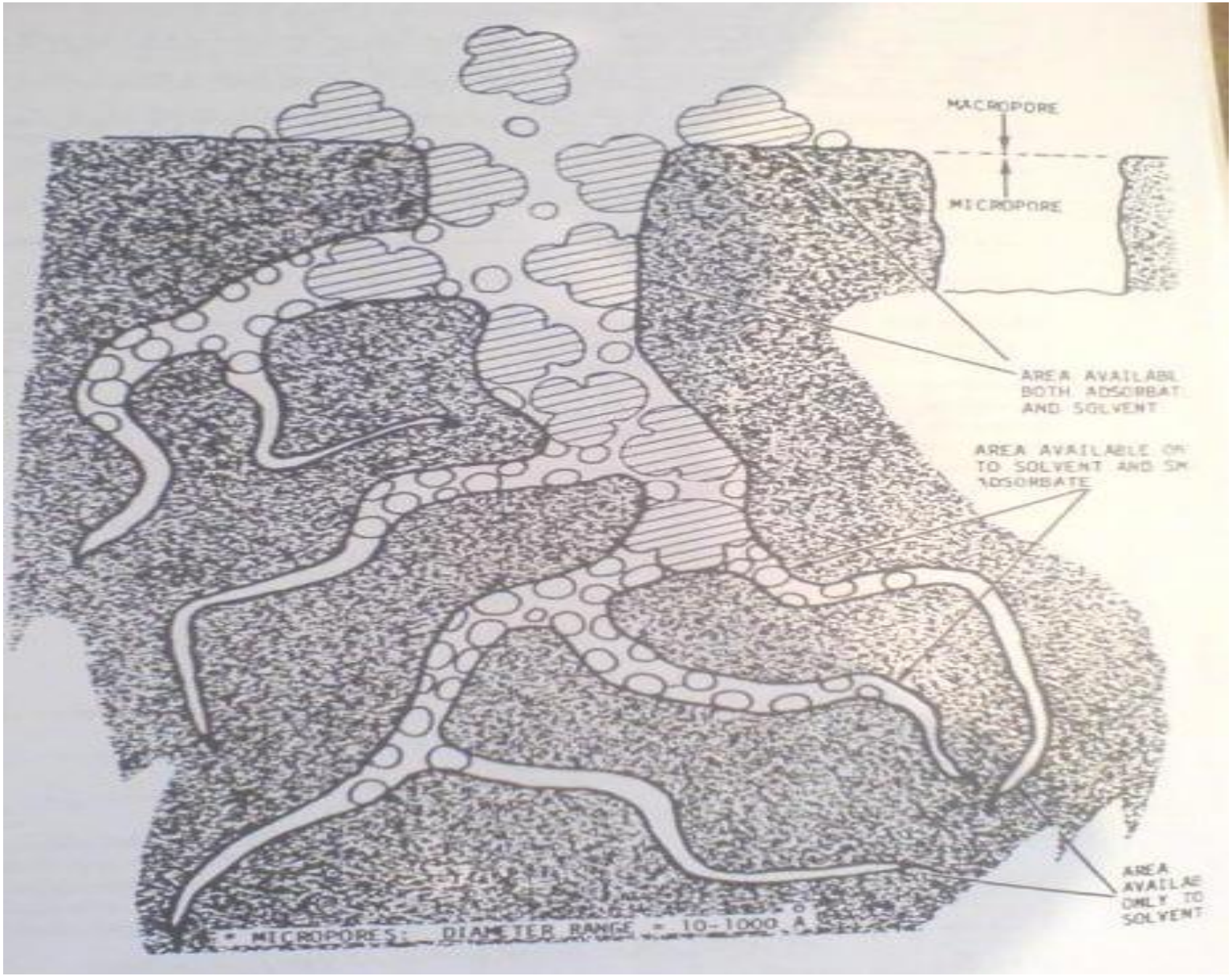
جلوگیری از تاثیر رطوبت بالا : کاهش حجم هوای نمونه برداری

تمایل ذغال فعال به رطوبت بیشتر از مولکولارسیو است.

نمونه برداری از مخلوطی از بخارات آلی با غلظت نامشخص

- بهتر است از ۲ لوله به صورت سری استفاده شود. (لوله دوم : **BT**)
- در صورتیکه مخلوط هم حاوی ترکیبات قطبی (مخصوصا اتانول و متانول)و هم حاوی ترکیبات غیر قطبی باشد، لوله دوم باید سیلیکاژل باشد.

بازیافت ذغال فعال : به روش شیمیایی (CS_2)


MACROPORE
MICROPORE
AREA AVAILABL
BOTH ADSORBAT
AND SOLVENT
AREA AVAILABLE ON
TO SOLVENT AND SM
ADSORBATE
AREA
AVAILAE
ONLY TO
SOLVENT
* MICROPORES: DIAMETER RANGE = 10-1000 A

۲- سیلیکاژل

سیلیکاژل فرم بی شکل سیلیس است

نحوه تهیه : سیلیکات سدیم + اسید سولفوریک

برای جمع آوری آمین ها، الکل ها و فنول ها مناسب مي باشد.

لوله پیشنهادی **NIOSH** برای سیلیکاژل مشابه لوله ذغال فعال است و برای ترکیبات قطبی مانند آمین ها، فنول ها و اسید های معدنی کاربرد دارد.

بازیافت آنالیت از لوله های سیلیکاژل :

به روش شیمیایی توسط محلول های قطبی مانند آب یا متانول

در سیلیکاژل قطبیت عامل تعیین کننده ماندگاری مواد بر روی بستر است

در صورت حضور همزمان ترکیبات مختلف با قطبیت های متفاوت ترکیبات با قطبیت بیشتر بر روی بستر سیلیکاژل جمع آوری خواهند شد.

ترتیب جذب بر روی بستر سیلیکاژل :

پارافین ها < اولفین ها < هیدروکربن های اروماتیک < استرها < کتون ها < آلدهیدها < الکل < آب

بزرگترین عیب سیلیکاژل : جذب رطوبت و جایگزینی آن با ترکیبات مورد نظر (ایجاد ترک آلاینده)

سیلیکاژل

قدرت انتخاب بیشتری نسبت به ذغال فعال دارد

(more selective sorbent)

گازها و بخارات براحتی از سطح سیلیکاژل جدا می شوند.

نحوه تهیه : سیلیکات سدیم + اسید سولفوریک

برای جمع آوری آمین ها، الکل ها و فنول ها مناسب مي باشد.

در متدهای **NIOSH** سیلیکاژل برای جمع آوری آمینهای آروماتیک، آمینو اتانول ها و نیتروبنزن ها پیشنهاد شده است.

متد ۷۹۰۳ : اسیدهای معدنی با سیلیکاژل شستشو داده شده (**gel washed silica**) نمونه برداری می شوند. (با فیلتر فایبر گلاس در قسمت جلوئی لوله جاذب)

(HNO3 ، H2SO4 ،HBr ، HCl)

روش آنالیز : یون کروماتوگرافی

فاکتورهای تاثیر گذار بر روی سیلیکاژل

- ✓اندازه ذرات ژل
- ✓طول و قطر لوله
- ✓دمای نمونه برداری
- ✓غلظت آلاینده مورد نظر
- ✓ مدت زمان نمونه برداری
- ✓رطوبت هوا (مهم ترین عامل)

بازیافت آنالیت از لوله های سیلیکاژل :

به روش شیمیایی توسط محلول های قطبی مانند آب یا متانول

۳- مولکولرسیو

جاذب سطحی با بنیان کربنی که در اثر پیرولیز پلیمرهای مصنوعی یا قیر های نفتی تهیه می گردد.

در اثر پیرولیز ترکیبات کروی با منافذ بزرگ تشکیل می گردد.

Spherical, macro porous structure

کاربرد مولکولرسیو:

نمونه برداری محیطی (ترکیبات آلی غیر قطبی بسیار فرار)

انواع مولکولرسیو:

اسفروکرب Spherocarb　　کاربوکسن Carboxen

کربوسیو Carbosive　　پوراسیو Purasive

رطوبت عامل تاثیر گذار بر روی مولکولارسیو می باشد.

۴- کربوتراپ

- کربنی گرافیتی که در اثر حرارت پوست نارگیل تا ۳۰۰۰°c همراه با عبور یک گاز بی اثر تولید می شود.
- دارای سطحی متخلخل با فاصله بین ۰/۲ تا ۰/۳ میکرومتر بین لایه های تخلخل
- بازیافت آن فقط حرارتی
- براساس میزان تخلخل آنها به انواع A، B، C و F به فروش می رسد.
- لوله کربوتراپ دارای سه بخش می باشد که به ترتیب بخش اول دارای کمترین سطح تخلخل و بخش آخر (سمت پمپ) دارای بیشترین سطح تخلخل می باشد
- جاذب آب و رطوبت است (بیشتر از تناکس)
- برای نمونه برداری CO، CO_2، SO_X و NO_X مناسب نیست.

۵- جاذبهای پلیمری متخلخل
Porous Polymer Sorbents

شامل تناکس، پروپاک، کروموزرب و XAD

این جاذبها کوپلیمر copolymer هستند.

پلیمر استیرن یا اتیل وینیل بنزن یا دی مینیل بنزن + مونومر ترکیبات وینیل

بعضی از محدودیت های جاذبهای پلیمری متخلخل:

- جایگزینی ترکیبات با فراریت کم مانند دی اکسید کربن
- جذب غیر قابل برگشت بعضی از ترکیبات مانند آمین ها و گلیکولها
- اکسیداسیون، هیدرولیز و واکنش های پلیمریزاسیون نمونه ها
- تغییرات شیمیایی آلاینده در حضور گازها و بخارات واکنش زا مانند دی اکسید نیتروژن، دی اکسید سولفور و اسید های معدنی

پروپاک : گروهی از پلیمرهای مختلف که قطبیت های متفاوتی دارند.

پروپاک P : کمترین قطبیت : استفاده در ستونهای کروماتوگرافی

پروپاک T : بیشترین قطبیت

پروپاک QS: جمع آوری استون سیانو هیدرین

کروموزرب : شبیه پروپاک است

کروموزرب ۱۰۱ : کمترین قطبیت

کروموزرب ۱۰۴ : بیشترین قطبیت

XAD

XAD2: بیشترین استفاده را دارد (معادل کروموزرب ۱۰۲)

جمع آوری تترا اتیل سرب

متد ۵۶۰۰ : نمونه برداری حشره کش های ارگانو فسفره با XAD2

تناکس : نمونه برداری از ترکیبات آلی فرار

تناکس پلیمر ۲و۶ – دی فنیل پارا فنیلین اکساید است.

Tenax GC: مقاومت گرمائی بیشتری دارد (تا ۳۵۰ درجه سانتی گراد)

تناکس تمایل کمتری به جذب رطوبت دارد.

تناکس با عوامل اکسید کننده قوی (کلر و ازن و...) واکنش می دهد و منجر به تشکیل بنزآلدئید، استوفنون و فنول می شود.

حذف عوامل اکسید کننده :

استفاده از فیلتر فایبر گلاس یا فیلتر تفلونی آغشته شده به تیوسولفات سدیم در مدار نمونه برداری قبل از تناکس

آلومیناژل : ترکیبی از اکسید آلومینیوم

به ندرت در نمونه برداری استفاده می شود.

برای ترکیبات با وزن مولکولی بالا و قطبی استفاده می شود.

همانند سایر جاذبهای قطبی تمایل به جذب آب دارد.

غلظت بالایی از آلاینده ها را جذب می نماید.

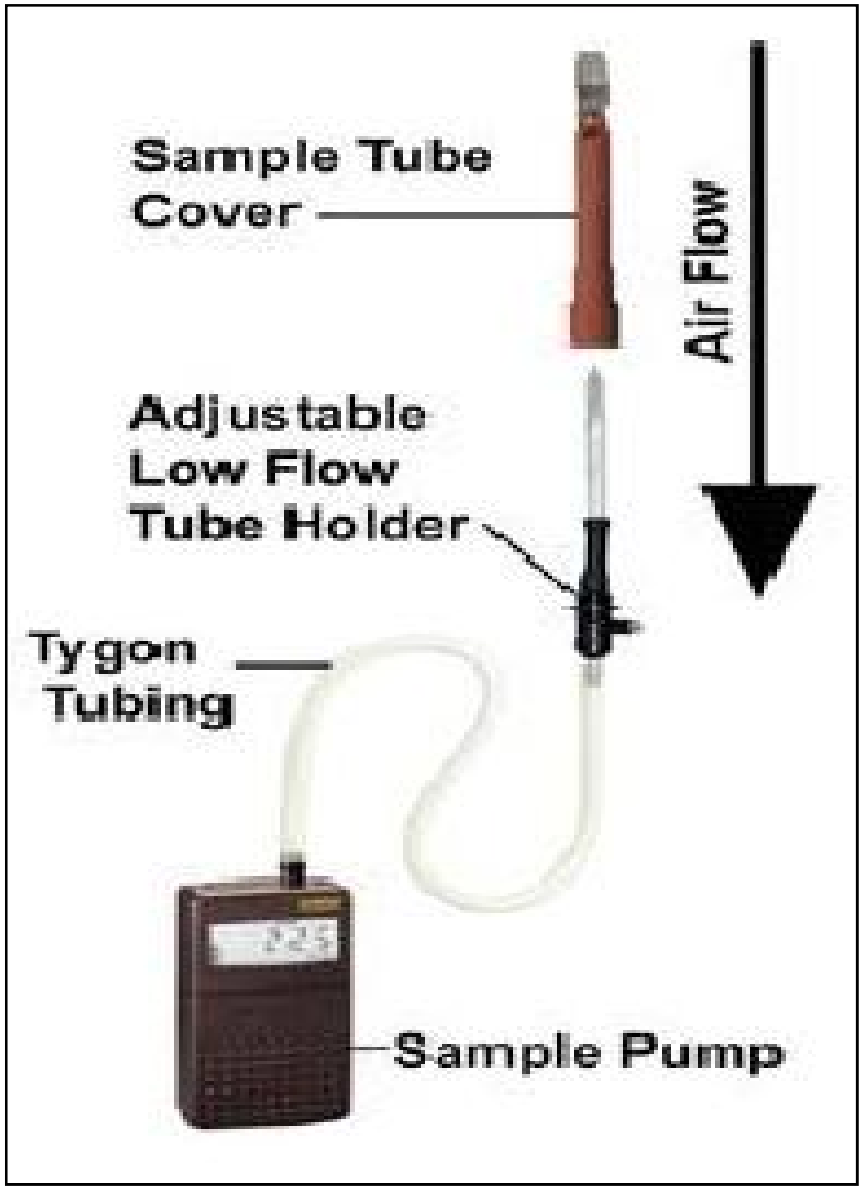
فلورسیل Florisil

ساختاری برگرفته از اسید سیلیسیک دارد

برای نمونه برداری از بی فنیل های پلی کلرینه (PCB) و بعضی از حشره کشها کاربرد دارد.

نکات مورد توجه در نمونه برداری با جاذبهای جامد

- از پمپ دبی پائین استفاده شود.(۱۰ تا ۲۰۰ میلی لیتر بر دقیقه)
- لوله جاذب را در هلدر مخصوص قرار دهید. اگر هلدر در دسترس نباشد محل اتصال لوله جاذب به لوله های قابل انعطاف با چسب چسبانده شود.
- به جهت فلش هوا یا پشم شیشه در ورودی لوله توجه کنید
- اگر رطوبت هوا بالا باشد از لوله خشک کننده (drying tube) در جلوی لوله اصلی استفاده کنید.
- قبل از نمونه برداری دو انتهای لوله را بشکنید. اندازه سوراخ باید نصف قطر داخلی لوله باشد
- هنگام نمونه برداری لوله جاذب را در موقعیت عمودی قرار دهید.


Sample Tube
Cover
Air Flow
Adjustable
Low Flow
Tube Holder
Tygon
Tubing
Sample Pump

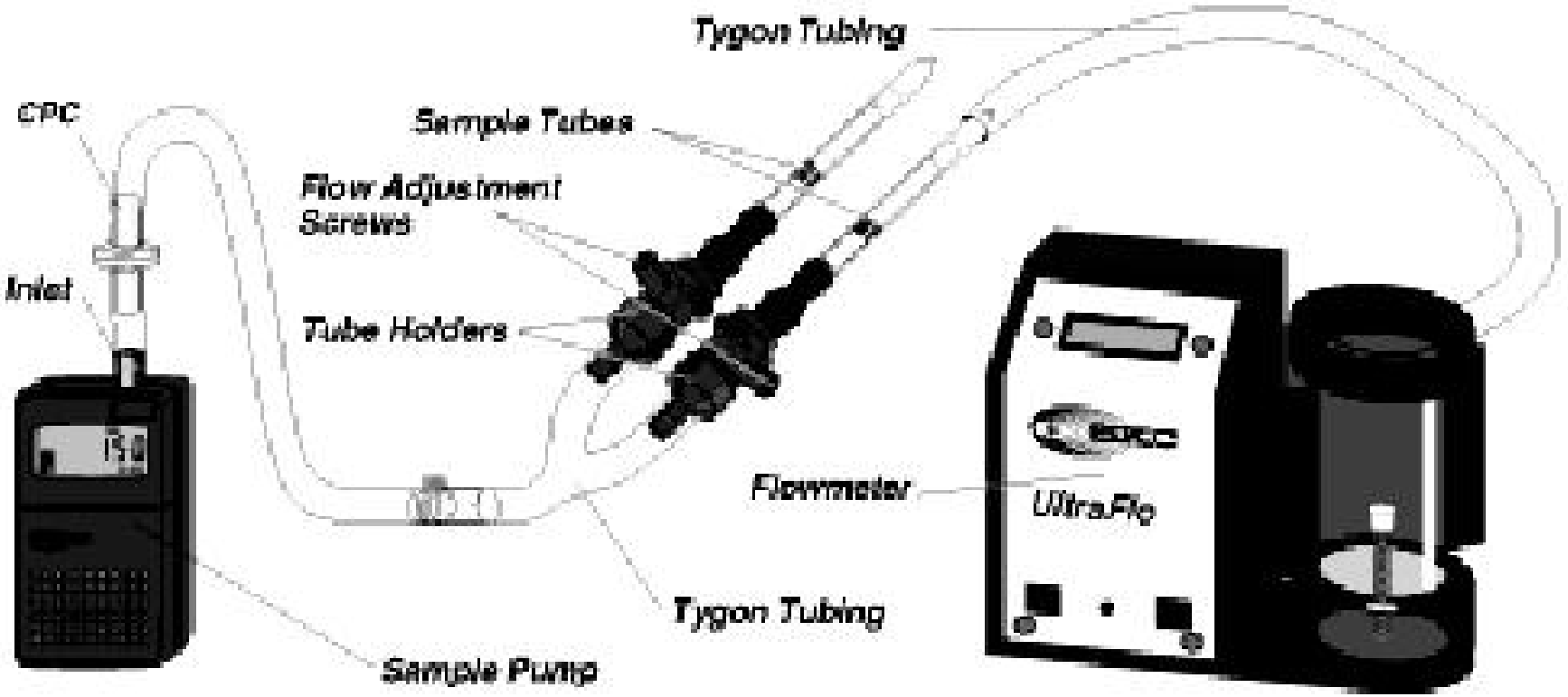
نمونه برداری با چند لوله جاذب بطور همزمان

برای نمونه برداری گروهی از گازها و بخارات استفاده می شود.
وسیله مورد نظر قابلیت نگهداری چند لوله جاذب را دارد (تا ۴ لوله)

لوله های کلریمتریک طولانی مدت **long-term colorimetric tube**
هرکدام از لوله ها پیچ تنظیم کننده فلو دارد.
در داخل وسیله در مسیر هر لوله یک اریفیس قرار دارد.

دبی به صورت افزایشی است و در نهایت دبی کل نباید از دبی که پمپ قادر به تامین آن است تجاوز نماید.

کالیبراسیون پمپ همراه با لوله های جاذب توسط کالیبراتور



DryCal
DC-Lite

Figure 13.6. Simultaneous test set permits sampling for multiple substances using special tube sets provided by the manufacturer. (Courtesy of Draeger Safety, Inc.)

مسئولیت های فرد نمونه بردار

- توجه به امکان حمل وسیله نمونه بردار و ضمائم آن توسط کارگر
  - عدم ایجاد مزاحمت برای کارگر
  - در نظر گرفتن فعالیتهای کارگر مانند نشستن،خم شدن و ...
- توجیه کارگر در مورد نحوه نمونه برداری و هدف از آن
- توضیح نحوه کارکرد پمپ و سایر اجزاء مدار نمونه برداری
- توجیه کارگر درمورد خودداری از دستکاری مدار نمونه برداری
- توضیح در مورد زمان اتمام نمونه برداری و نحوه جدا کردن مدار
- توجیه کارگر درمورد اطلاع دادن هرگونه تغییر به مسئول مربوطه

مسئولیت های فرد نمونه بردار (ادامه)

- برنامه ریزی برای جمع آوری حداقل حجم هوا
- یادداشت کردن نام کارگر، شغل و وظیفه وی
- چک کردن فلوی پمپ در فواصل زمانی مناسب:
  - نیم ساعت (یا ۱۵دقیقه) پس از روشن کردن پمپ
  - بررسی های بعدی در فاصله های زمانی ۱ ساعت
- یادداشت کردن دبی پمپ بعد از اتمام نمونه برداری
- تعیین دبی پمپ در آزمایشگاه (قبل از شارژ باتری پمپ)
- چک کردن لوله های قابل انعطاف در طول نمونه برداری:
  - در صورت جدا شدن اتصالات ایراد آنها برطرف گردد
  - جلوگیری از تا شدگی لوله ها