



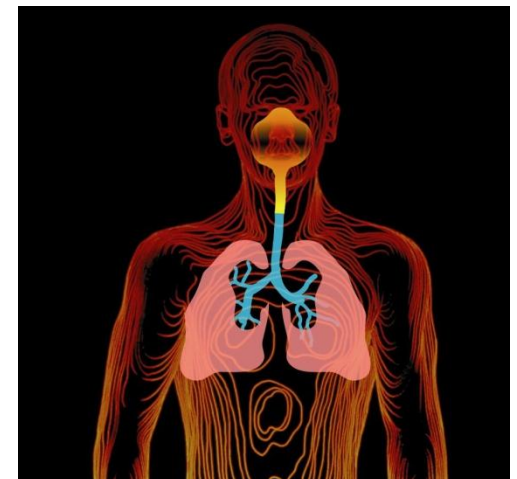
کارگاه نمونه برداری از آلاینده های شیمیایی محیط کار

بخش ۵

نمونه برداری از آئرسول ها در محیط کار



مدرس: دکتر محمد حاج آقازاده
دانشگاه علوم پزشکی ارومیه
دانشکده بهداشت - گروه بهداشت حرفه ای
hajaghazadeh@gmail.com



فروردین ۱۳۹۶

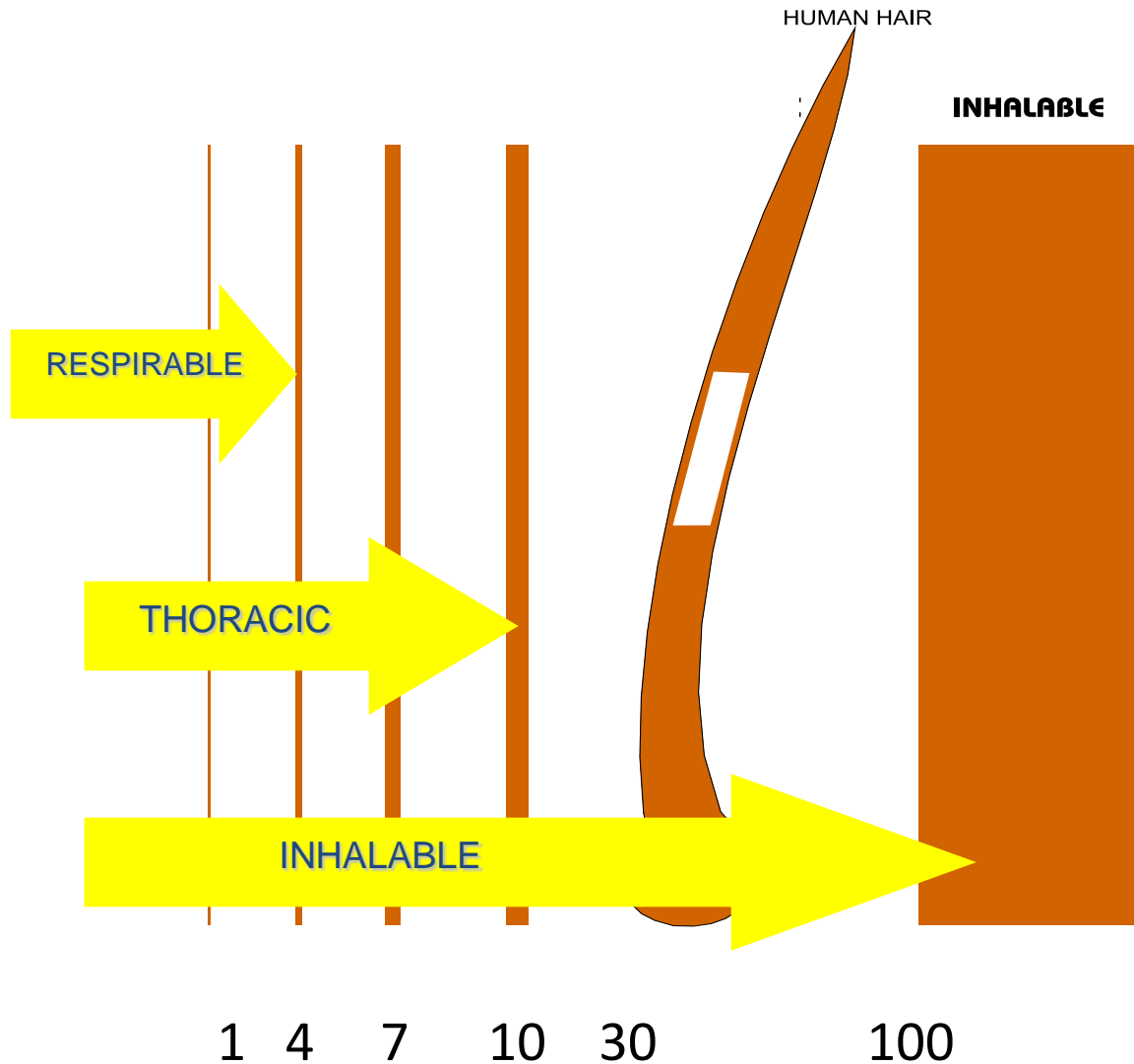
اهمیت آئروسول ها

- آئرسول ها به عنوان یکی از آلاینده های مهم محیط های کار مطرح بوده و یکی از منابع اصلی ایجاد بیماری ها در محیط های کار هستند.
- ترکیب شیمیایی، غلظت و اندازه آئرسول ها در ایجاد اثرات بهداشتی موثر می باشد.
- اندازه آئروسولها تعیین کننده محل ته نشینی آنها در بخش های مختلف دستگاه تنفسی است.
- ذرات بزرگتر از ۱۰۰ میکرون شانس ورود کمتری به دستگاه تنفسی دارند و در حدود ۳۰۰ میکرون شانس ورود به صفر می رسد.

دیدگاه های دسته بندی ذرات

- دیدگاه سنتی که در آن ذرات به ۲ گروه تقسیم می شدند:
- Total dust
- Respirable dust
- دیدگاه جدید که در آن ذرات به ۳ گروه تقسیم می شوند:
- Inhalable Particulate
- Thoracic Particulate
- Respirable Particulate

RELATIVE SIZE OF PARTICLES



- Respirable:
4 micron
- Thoracic:
10 micron
- Inhalable:
100 micron

انواع نمونه بردارهای ذرات

- ۱- نمونه بردار گردوغبار کل
- Total dust sampler
- ۲- نمونه بردارهای انتخاب سائیزی
- Size selective sampler
- ۳- نمونه بردارهای تمایز سائیزی نظیر کاسکید ایمپکتورها
- Size differentiating sampler
- ۴- نمونه بردارهای آئرسول های بیولوژیک
- Bio-aerosol sampler

نمونه بردارهای گردوغبار کل - تاریخچه

- ایمپینجرها جزو اولین وسایل نمونه برداری ذرات بودند. (دهه ۱۹۲۰)
- ذرات جمع آوری شده در ایمپینجرها با میکروسکوپ نوری مطالعه می شدند و نتیجه بر حسب میلیون ذره در فوت مکعب هوا گزارش می شد.
- بدلیل مشکلات استفاده از ایمپینجر، کاربردها محدود شد و از فیلترکاست های ۳۷ میلیمتری استفاده شد.
- استاندارد خاصی برای فیلترکاست های ۳۷ میلیمتری در سرتاسر جهان برای نمونه برداری گردوغبار کل وجود نداشت.

نمونه بردارهای گردوغبار کل – فیلتر کاست

- معمول ترین فیلتر هولدرها، هولدرهای روباز یا روبسته ۲۵ و ۳۷ میلی متری هستند که از فیلترهای با قطر ۲۵ و ۳۷ میلیمتری استفاده می کنند.



نمونه بردارهای گردوغبار کل رایج در انگلستان

- Single Hole



SKC 225-52

- Seven Hole



SKC 225-50

عملکرد متفاوت نمونه بردارهای گردوغبار کل

- آیا این نمونه بردارها قادر هستند مواجهه با گردوغبار را به درستی سنجش کنند؟
- مطالعات تفاوت های قابل توجهی را در عملکرد این نمونه بردارها با گردوغبار مشابه تحت شرایط محیطی یکسان نشان داده اند.



محدودیت فیلتر کاست ۳۷ میلیمتری

37-mm Filter Cassettes

۱. کسر قابل تنفس inhalable را بطور موثر نمونه برداری نمی کند.
۲. غلظت ذرات بزرگتر (30-100 μm) را بطور قابل توجهی کمتر تخمین می زند.
۳. از دست دادن نمونه نگرانی اصلی است که در اثر چسبیدن ذرات به دیواره های داخلی کاست اتفاق می افتد.

• منابع خطا:

- اثر سرعت باد در اطراف سمپلر
- اثر جهت قرارگیری
- ته نشینی گردوغبار بر روی دیواره ها

مطالعه OSHA در مورد کاست ۳۷ میلی متری

- کروم ۶ ظرفیتی
- صفر تا ۱۲۳٪ مقدار یافت شده بر روی فیلتر PVC بر روی دیواره های کاست ته نشین شده بود.
- در حال حاضر تمیز کردن دیواره های داخلی کاست جزو فرایند معمول در اندازه گیری تمامی فلزات است

Source: United States. Occupational Safety and Health Administration.
Hexavalent Chromium. 30 Apr 2009 <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id215_v2/id215_v2.html>

مطالعه NIOSH در مورد کاست ۳۷ میلیمتری

- گردوغبار ته نشین شده بر روی دیواره ها:
- ۱۹٪ کل نمونه سرب
- ۲۵٪ کل نمونه مس
- بنابراین قبل از آنالیز باید دیواره های کاست تمیز شده و شستشو داده شود.
- این عمل نتایج کاست ۳۷ میلی متری را نزدیک تر به نمونه بردارهای Inhalable می کند.

(Ashley, Harper, Demange, 2007)

دلایل استفاده از کاست ۳۷ میلی متری

• دلایل استفاده در USA

۱. کاهش در مواجهات (اندازه گیری شده با این سمپلر) با کاهش اثرات سلامتی مرتبط می باشد.
۲. ارزان و راحت
۳. توسط کارشناسان استفاده می شود
۴. وجود داده های قبلی با این سمپلر

راه حل: Accu-CAP Internal Capsule Sampler



SKC 225-8516GLA

- در روش جدید NIOSH 0501
- کپسول داخلی : در داخل کاست ۲ تکه ای ۳۷ میلیمتری بر روی پد محافظ قرار می گیرد .
- کپسول محتوی یک فیلتر PVC می باشد.
- گردوغبار بر روی فیلتر و دیواره های کپسول جمع آوری می شود.
- کپسول قبل و بعد از نمونه برداری با روش گراویمتری آنالیز می شود.

SAMPLER: INTERNAL CAPSULE
(tared 37-mm, 2- to 5- μ m PVC filter melded to PVC housing) in 37-mm 2-piece cassette

راه حل: SKC SOLU-CAP[®]

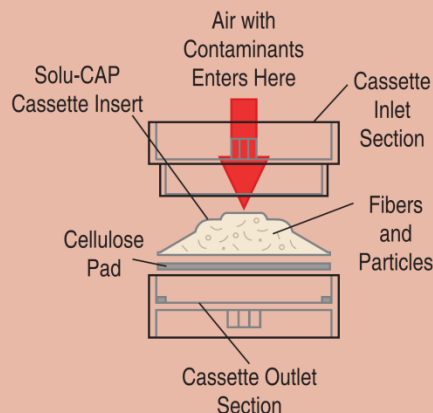
- Designed by NIOSH for CHEMICAL analysis of METALS (elements)
- Acid digestible dome material heat sealed to an MCE filter
- Pre-loaded into 2-piece 37-mm cassettes with support pads (SKC 225-8517)
- After sampling, all the dust inside the dome or on the filter is chemically analyzed using ICP by NIOSH 7306.

ELEMENTS by Cellulosic Internal Capsule Sampler

7306

SAMPLER: Internal capsule, cellulose acetate dome with inlet opening, attached to 0.8- μ m pore size mixed cellulose ester (MCE) membrane filter and housed within a 2-piece, closed-face cassette (CFC) filter holder, 37-mm diameter

نحوه قرارگیری کپسول در کاست ۳۷ میلیتری



Solu-CAP™ = No Sample Losses!

100% Sample Contained

Eliminate sample loss from:

- ✗ Excessive filter loading during collection
- ✗ Filter transfer in the lab
- ✗ Cassette wall losses

Accu-CAP®s are Easy to Use



1 Open SKC 2-piece cassette and insert support.



2 Insert weighed Accu-CAP.



3 Complete cassette assembly. After sampling, remove Accu-CAP from cassette and weigh.

دیدگاه جدید نمونه برداری آئروسولها

- از اوایل دهه ۱۹۸۰ کارشناسان بهداشت صنعتی از سرتاسر جهان به دنبال راهی علمی برای ارزیابی ذرات در محیط کار بودند.
- **قدم اول:** استاندارد (راهنما)یی که نفوذ ذرات به سیستم تنفسی مشخص نماید.
- **قدم دوم:** سمپلری که بتواند بدرستی ذرات نفوذ کرده به سیستم تنفسی را جمع آوری نماید.
- کمیته مشترک ISO, CEN, and ACGIH بر روی معیار جدیدی توافق کردند که در ISO 7708 ارائه شد.
- **ISO 7708**
- **Air quality -- Particle size fraction definitions for health-related sampling**

توافق نامه نمونه برداری ACGIH/ISO/CEN

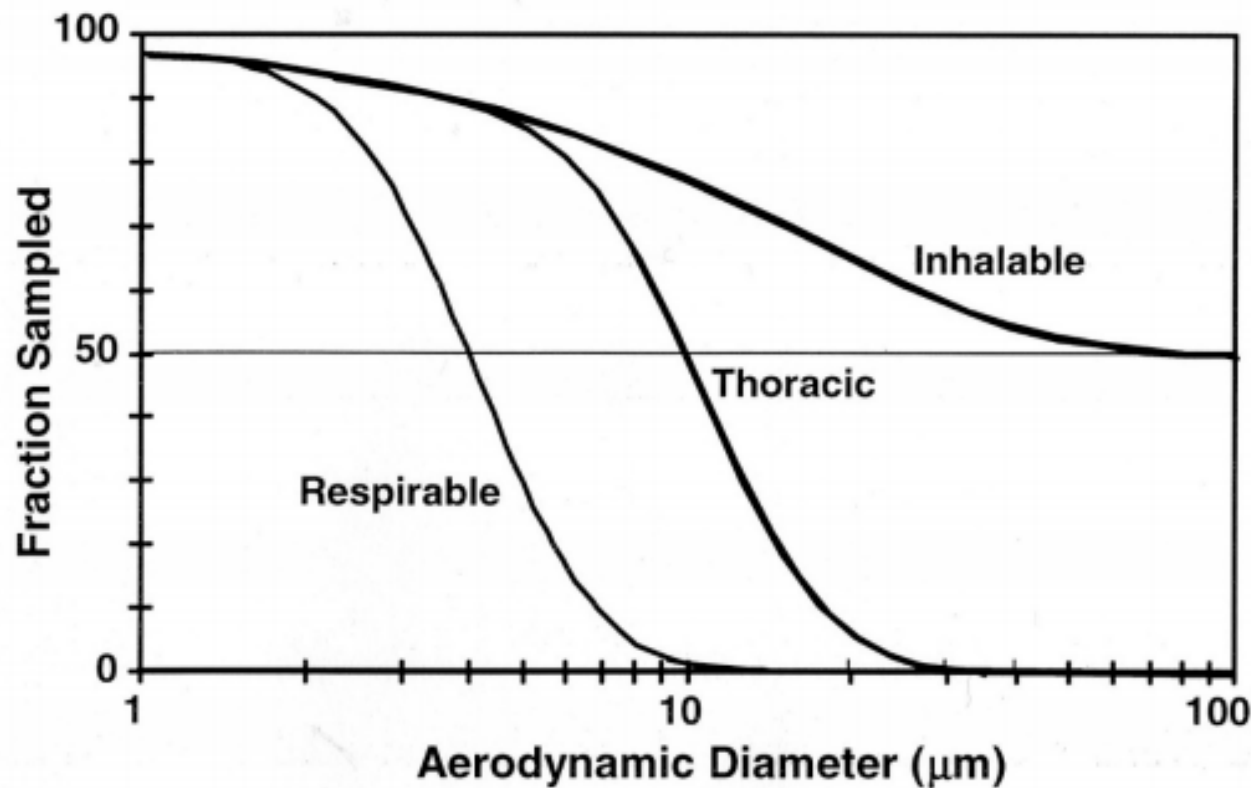
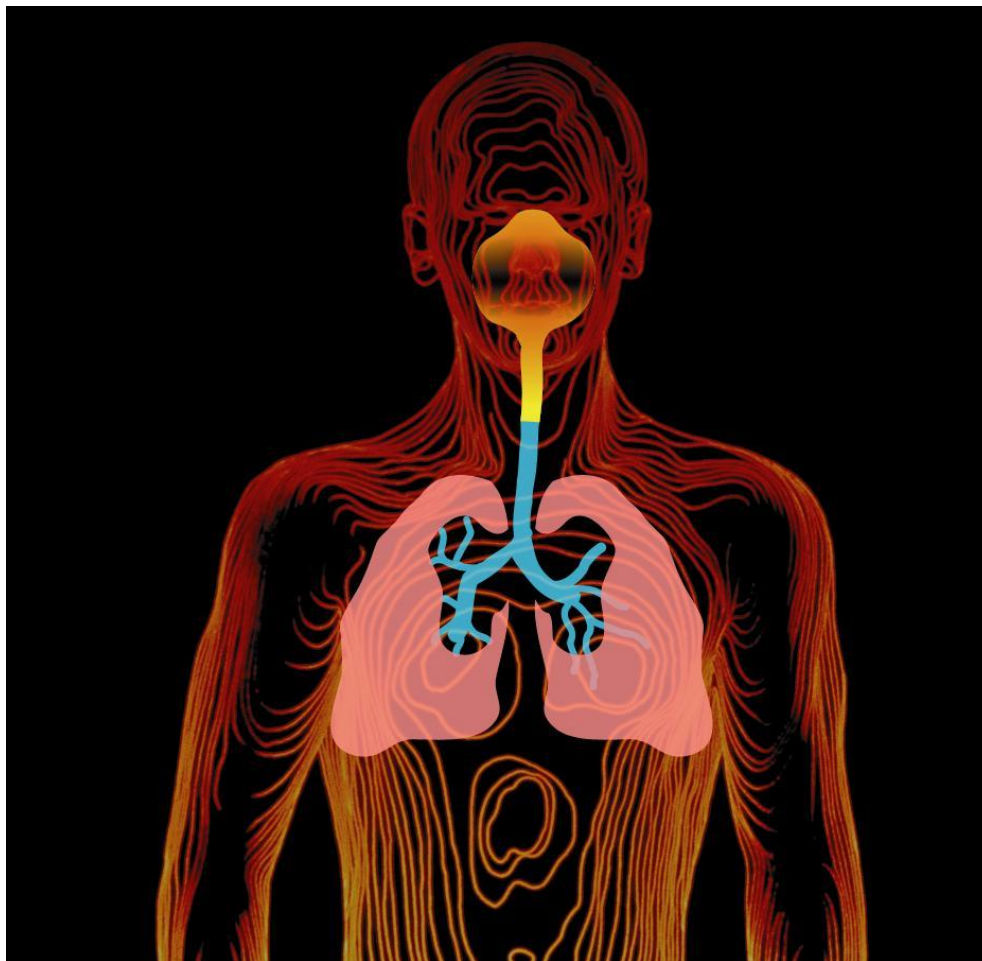


Figure 1. ISO/ACGIH/CEN sampling conventions [ISO 1995]. An ideal sampler should have a sampling efficiency curve that matches one of these curves as closely as possible under all wind directions and velocities. The 50% cut points for the respirable and thoracic conventions are 4 and 10 μm , respectively.

شکل شماتیک توافق نامه جدید تقسیم بندی ذرات



- Inhalable
- Thoracic
- Respirable

تعاریف تقسیم بندی جدید ذرات

- **Inhalable Particulate Mass** Dust particles having a 50% cut-point of 100 μm . These dust particles are hazardous when deposited anywhere in the respiratory tract.
- **Thoracic Particulate Mass** Dust particles having a 50% cut-point of 10 μm . These dust particles are hazardous when deposited anywhere in the lung airways and gas-exchange regions.
- **Respirable Particulate Mass** Dust particles having a 50% cut-point of 4 μm . These dust particles are hazardous when deposited anywhere in the gas-exchange regions.

مفهوم 50% cut-point (نقطه برش ۵۰ درصدی)

- نمونه بردارها در جمع آوری تمامی ذرات ۱۰۰٪ کارآ نیستند.
- 50% cut-point واژه ای است که برای توصیف عملکرد نمونه بردارهای سائز انتخابی مانند سیکلون استفاده می شود.
- اندازه ذره ای که نمونه بردار با کارایی ۵۰٪ جمع آوری می کند به عنوان 50% cut-point شناخته می شود.
- بنابراین یک سیکلون که برای نمونه برداری ذرات قابل استنشاق طراحی می شود، باید بتواند ۵۰٪ ذرات ۴ میکرونی را جمع آوری نماید.

فلوی وسیله نمونه بردار و نقطه برش ۵۰٪

نمونه بردار سایز انتخابی همیشه نقطه برش ۵۰ درصدی را **در یک فلوی خاص** خواهد داشت.

ذرات کوچکتر از نقطه برش ۵۰ درصدی با کارایی بیشتر از ۵۰٪ جمع آوری خواهند شد.

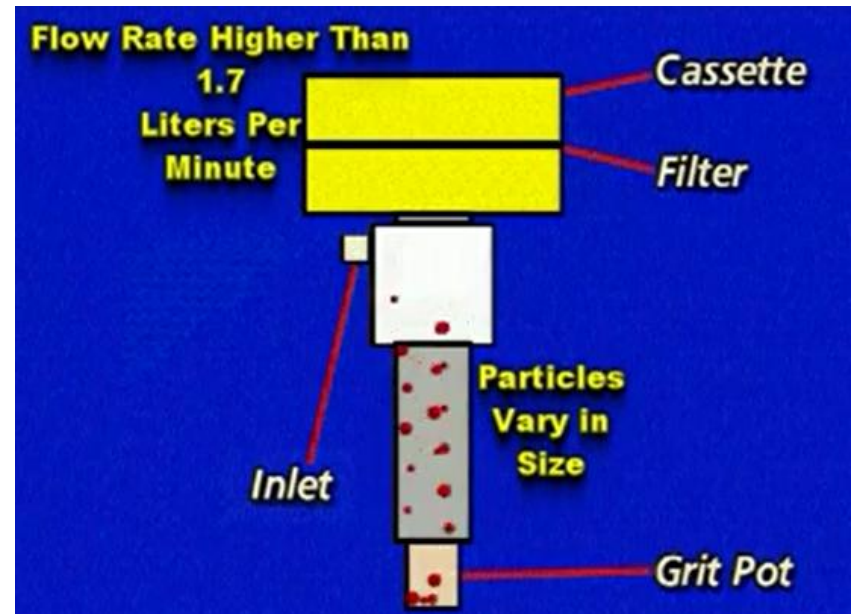
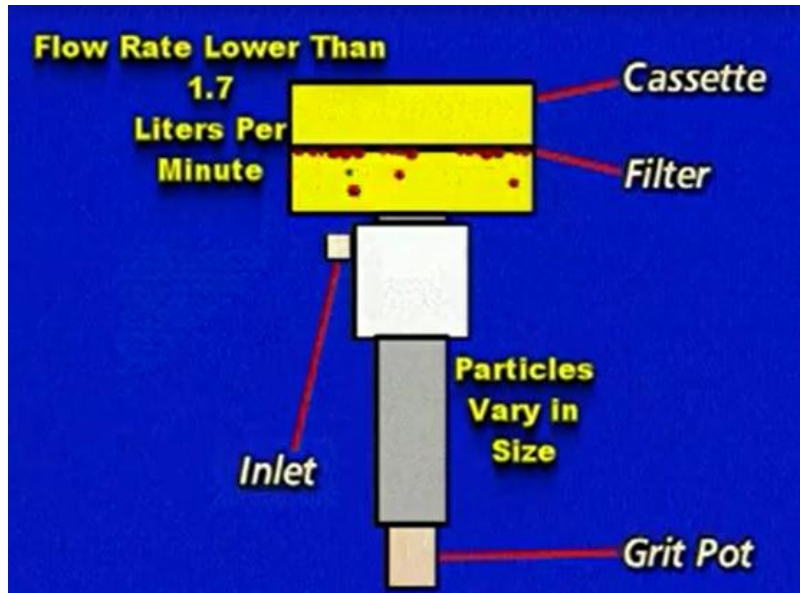
ذرات بزرگتر از نقطه برش ۵۰ درصدی با کارایی کمتر از ۵۰٪ جمع آوری خواهند شد.

PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE 0600

SAMPLER: CYCLONE + FILTER (10-mm nylon cyclone, Higgins-Dewell [HD] cyclone, or aluminum cyclone + tared 5- μ m PVC membrane)

FLOW RATE: nylon cyclone: 1.7 L/min
HD cyclone: 2.2 L/min
Al cyclone: 2.5 L/min

پیامد تغییر فلو در یک سیکلون نایلونی



میزان استقبال سازمانها از توافق نامه جدید

- **ACGIH**: در سال ۱۹۹۳ سه کسر مورد بحث را در کتابچه TLV تعریف کرد. (page 78 of the 2016 TLV handbook)
- **NIOSH**
- متد ۵۷۰۰ نایوش تنها متدی است که به استفاده از یک **inhalable sampler** برای فرمالدهید بر روی گردوغبار اشاره می کند.
- متد ۵۵۲۴ نایوش به استفاده از یک نمونه بردار توراسیک برای ذرات آب صابون اشاره دارد.
- نایوش برای ذرات قابل استنشاق سیکلون هایی با **$D_{50} = 4 \text{ um}$** پیشنهاد می کند (بمنظور تبعیت از **ISO 7708**)
- **OSHA**
- در قانون جدید سیلیکا (سال ۲۰۱۶) از **ISO 7708** برای نمونه برداری ذرات قابل استنشاق تبعیت می کند.
- **SKC** نامه ای از **OSHA** دارد که در نمونه برداری گردوغبار های آزاردهنده نمونه بردار **IOM** بهتر از کاست ۳۷ میلیمتری عمل می کند.

نمونه بردارهای طراحی شده بر اساس توافق نامه جدید

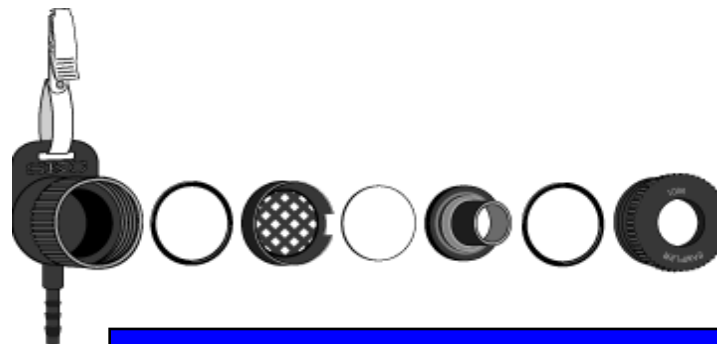
- Inhalable samplers:
 - **IOM**
 - **Button sampler**
- Thoracic samplers:
 - **GK2.96 cyclone**
 - **Thoracic Parallel Particle Impactors (PPI)**
- Respirable samplers:
 - **Higgins& Dewell (HD) cyclone**
 - **Dorr-Oliver (Nylon) cyclone**
 - **SKC Aluminum cyclone**
 - **SKC Respirable PPI**

نمونه بردار IOM

- اولین نمونه بردار توسط Mark and Vincent در سال ۱۹۸۶ در موسسه طب کار اسکاتلند طراحی شد.
- Institute of Occupational Medicine (IOM) in Scotland.
- این نمونه بردار IOM نامیده شد و شرکت SKC در انگلستان مجوز ساخت آنرا دریافت کرد. از آن به عنوان **Gold standard** یاد می شود.



SKC 225-70A



Exploded View

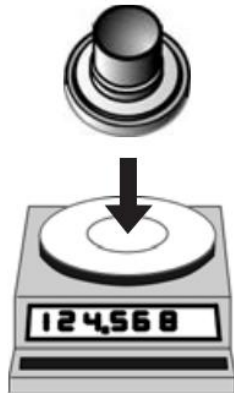


روش استفاده از نمونه بردار IOM

- قرار دادن یک فیلتر ۲۵mm با استفاده از پنس داخل نگهدارنده
- قرار دادن **فیلتر و نگهدارنده** در داخل دسیکاتور به مدت یک شب و توزین آنها با همدیگر
- قراردادن **فیلتر و نگهدارنده** در محل خود در نمونه گیر و بستن درپوش و اتصال مجموعه به پمپ
- کالیبراسیون در دبی ۲L/min با استفاده از آداپتور مخصوص کالیبراسیون
- نمونه گیری و توزین مجدد فیلتر و نگهدارنده با همدیگر یا آنالیز شیمیائی آنها

مزایای IOM

- با توجه به توزین همزمان فیلتر و نگهدارنده، کل ذرات ورودی به نمونه گیر مورد آنالیز قرار می گیرند.



- چنانچه مقدارای از ذرات بطور تصادفی از فیلتر جدا شوند، داخل نگهدارنده باقی مانده و توزین می شوند.
- می تواند همراه با فوم مخصوص ذرات Respirable را نیز نمونه برداری کند.

نمونه برداری ذرات قابل تنفس و قابل استنشاق با IOM

- متخصصان آئرسول در آزمایشگاه HSE-UK فوم پلی اورتانی را طراحی کرده اند که به ورودی IOM متصل می شود تا نمونه برداری سایز انتخابی میسر شود.



- Polyurethane foam discs (SKC 225-772)
- فوم ذرات Inhalable درشت را در خود نگه می دارد.

- **Dust on Filter = Respirable fraction**
- **Dust on Filter + Foam = Inhalable fraction**

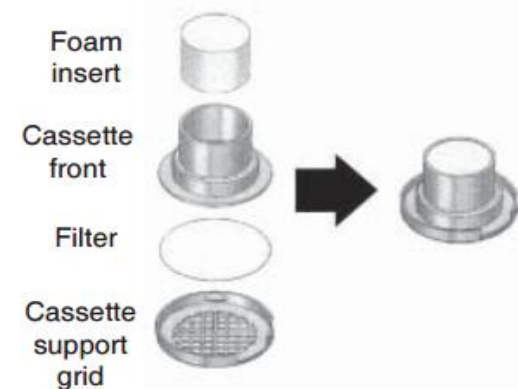


Figure 7. Foam inserted into cassette

استفاده از IOM فلزی برای آنالیزهای دیگر

- IOM با بدنه فلزی می تواند برای آنالیز شیمیایی بکار رود.
(SKC 225-79A)
- IOM با بدنه فلزی می تواند برای نمونه برداری بیواکسول ها استفاده شود.
(SKC 225-76A)
- این کاست بعد از نمونه برداری می تواند با حلال برای زدودن ترکیبات از بدنه کاست شستشو داده شود.
- این مدل قابل اتوکلاو کردن است



معایب IOM

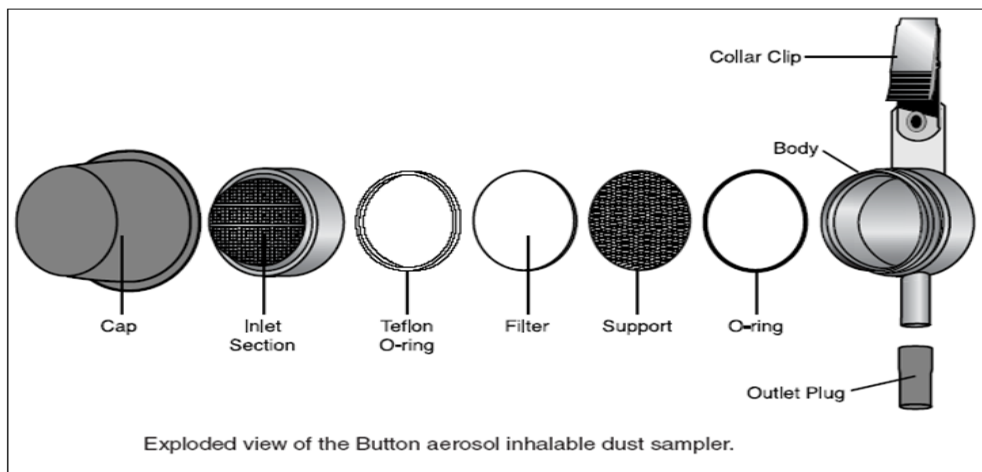
- در سرعت های باد پائین و زمانی که ذرات درشت وجود دارد، تمایل به نمونه برداری بیشتر oversample دارد.
- ورودی بزرگ آن اجازه ورود ذرات پرتاب شده به داخل نمونه بردار را می دهد. (Abrasive blasting operations)
- طراحی شده برای نمونه برداری فردی و نه برای نمونه برداری محیطی

نمونه بردار دکمه ای Button sampler

- یک صفحه مشبک نیم کره ای در بخش ورودی دارد که مشکل IOM (ورود ذرات درشت تر به داخل نمونه بردار) را حل کرده است.

مزایا:

- ❖ کاهش تاثیر سرعت جریان هوا
- ❖ جلوگیری از ورود ذرات درشت
- ❖ ته نشینی یکنواخت ذرات بر روی فیلتر
- ❖ دبی بالا نسبت به IOM (برای آلاینده های با استاندارد مواجهه کم (مانند بریلیوم) مناسب می باشد).



روش استفاده از Button Sampler

- ورودی نمونه گیر باز شده و ارینگ تفلونی آن برداشته شود.
- یک فیلتر ۲۵mm با پور سایز $1\mu\text{m}$ و بیشتر بر روی توری پشتیبان استیلی قرار گرفته و ارینگ مجدداً سر جای خود گذاشته شده و ورودی نمونه گیر بسته شود.
- سمپلر با دبی 4L/min کالیبره شود (با آداپتور مخصوص)
- پس از نمونه برداری: برداشتن فیلتر از روی توری و انتقال فیلتر به آزمایشگاه در داخل قاب پلاستیکی



Calibration Adapter, for Button Sampler



انواع دیگر نمونه بردارهای Inhalable

Table 11.2 A Selection of Inhalable Personal Aerosol Samplers

Sampler	Flow Rate (l/min)	Notes
IOM inhalable	2	Uses filter cassette. Susceptible to large projectiles. Wind speed dependent. Figure 11.7.
CIP-10I	10	Rotating porous foam acts as an air mover, and collection medium. Figure 10.9.
GSP inhalable	3.5	Conical inlet sampler. Figure 11.10b.
Conical inhalable	3.5	Based on the GSP sampler. Figure 11.10c.
Seven hole Sampler	2	Also known as the multiorifice, or UKAEA sampler.
Single hole	2	Used for lead aerosol sampling in the U.K.
PAS-6		Conical inlet sampler. Figure 11.10a.
Button sampler	4	Perforated inlet reduces wind speed dependence and intersampler variability, and leads to a uniform filter deposit. Figure 11.8.

باربیش از حد فیلتر در نمونه برداری گردوغبار

Filter overloading

- در طول نمونه برداری باید فیلتر چک شود تا اینکه از بارگذاری بیش از حد فیلتر جلوگیری شود.
- تشخیص بارگذاری بیش از حد فیلتر:

۱. با مشاهده اجسام انباشته شده در فیلتر کاست
۲. تیره شدگی فیلتر



NIOSH 0500: Do not exceed a **total filter loading** of approximately **2 mg** total dust.

NIOSH 0501: Do not exceed a **total filter capsule loading** of approximately **5 mg** total dust

نمونه بردارهای ذرات Thoracic

- این نوع نمونه بردارها محدود می باشند.

- **نخستین نمونه بردار ذرات سینه ای:**

- الوتریاتورهای عمودی (7.4 لیتر بر دقیقه) OSHA

- نمونه برداری ذرات کتان در حالت استاتیک

- همبستگی خوبی با توافق ذرات سینه ای ندارد.

- ACGIH Thoracic TLVs (2016)
- **Cotton Dust**-TLV of 0.1 mg/m³
- **Sulfuric acid**-TLV of 0.2 mg/m³
- **Hard Metals containing cobalt** and tungsten carbide as Co-TLV of 0.005 mg/m³

NIOSH 5524

METALWORKING FLUIDS (MWF) ALL CATEGORIES

5524

DEFINITION: Metalworking fluids

CAS: None

RTECS: None

METHOD: 5524, Issue 2

EVALUATION: FULL

Issue 2: 29 December 2014

Issue 1: 15 March 2003

OSHA : No PEL

NIOSH: 0.4 mg/m³ as thoracic fraction
(0.5 mg/m³ as 'total' aerosol)

Other

OELs: [1,2]*

PROPERTIES: Not defined. Fluids may contain varying amounts of mineral oil, emulsifiers, water, alkanolamines, polyethoxyethanols, biocides, surfactants, pressure additives and boron compounds.

SYNONYMS: Metalworking fluids (MWF), metal removal fluids, machining fluids, mineral oils, straight fluids, soluble fluids, synthetic fluids and semi-synthetic fluids

SAMPLING

MEASUREMENT

SAMPLER: Thoracic particles: FILTER + CYCLONE (tared 37-mm, 2-µm polytetrafluoroethylene (PTFE) filter + thoracic cyclone)
Total particulate: tared 37-mm, 2-µm PTFE filter

FLOW RATE: Thoracic – 1.6 L/min,
Total – 2 L/min

VOL-MIN: 768 L at 0.4 mg/m³ or 0.5 mg/m³

MAX: Not determined

TECHNIQUE: Gravimetric

ANALYTE: Airborne metalworking fluid aerosol

EXTRACTION: Ternary solvent: dichloromethane:
methanol:toluene (1:1:1)
Binary solvent: methanol: water (1:1)

BALANCE: 0.001 mg sensitivity; use same balance before and after sample collection

Thoracic cyclone

(جهت اندازه گیری میست آب صابون)

سیکلون GK2.96 (شرکت BGI آمریکا):

- فلو: 1.6 لیتر بر دقیقه
- ذرات سینه ای بر روی فیلتر ۳۷ میلی متری جمع می شوند.



- سیکلون GK2.96 در فلوی 4.2 لیتر بر دقیقه برای اندازه گیری ذرات Respirable استفاده می شود.

Figure 11.11 GK 2.69 cyclone (BGI Inc., U.S.A.). The sampler may be used for either respirable or thoracic aerosol sampling.

انواع دیگر نمونه بردارهای Thoracic

Table 11.3 A Selection of Thoracic Aerosol Samplers

Sampler	Flow Rate (l/min)	Notes
Elutriator	7.4	Static sampler. Specific to cotton dust.
CIP-10T	7	CIP-10I with a thoracic separation stage. Figure 11.9.
CATHIA	7	Static version of the CIP-10T.
IOM thoracic	2	Separation based on PUF
GK 2.69 cyclone	1.6	Can also be used as a respirable sampler (Table 11.4). Figure 11.11.
PEM Model 200	4, 10	PM ₁₀ personal sampler. Figure 11.12.
IOM inhalable + thoracic foam	2	IOM inhalable sampler with a size-selective PUF insert.

SKC Thoracic samplers

Thoracic Parallel Particle Impactors (PPI)

- بخوبی با معیار توراسیک همخوانی دارد.
- با دبی 2 L/min و فیلتر 37-mm کار می کند.
- چون بعد از انتشار روش NIOSH 5524 ساخته شده است، در این روش به این وسیله اشاره ای نشده است.

SKC Thoracic PPIs

- REUSABLE SAMPLER

Made of anodized aluminum



SKC 225-381

- DISPOSABLE SAMPLER

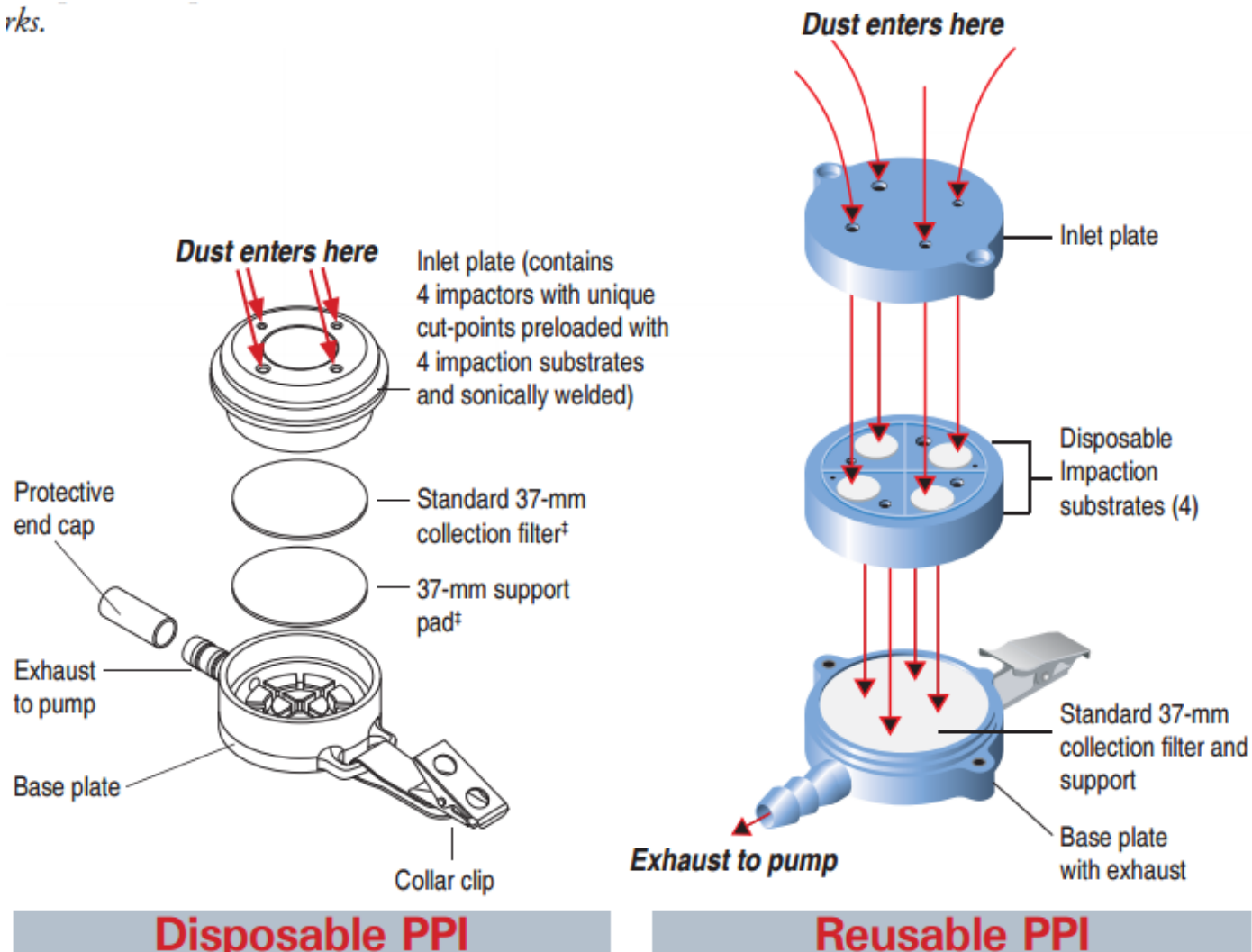
Made of conductive plastic



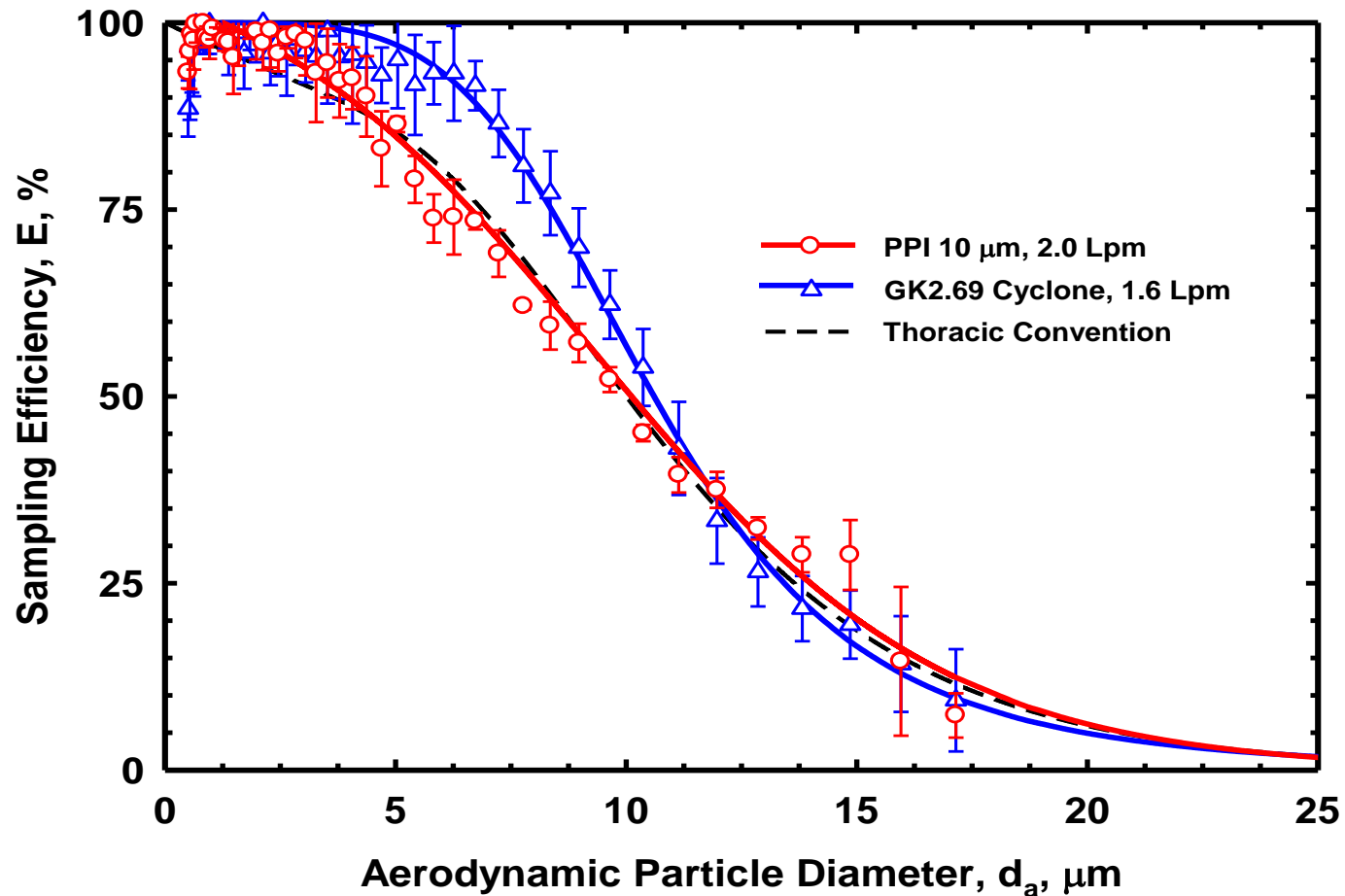
SKC 225-386

PPI Schematic

rks.



Collection efficiency curves of thoracic samplers



نمونه بردارهای ذرات قابل استنشاق

- سیکلون های مختلفی برای نمونه برداری ذرات قابل استنشاق وجود دارد.
- **Higgins& Dewell (HD)**
- **Dorr-Oliver (Nylon)**
- **SKC Aluminum cyclone**

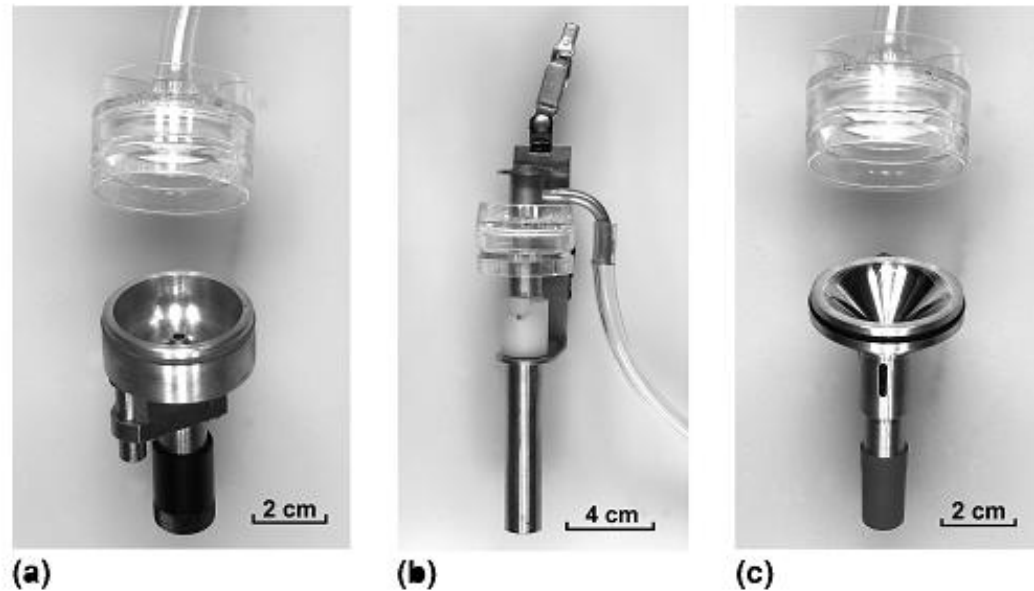


Figure 11.14 Respirable cyclone samplers: (a) Higgins and Dewell or SIMPEDS cyclone, (b) Dorr-Oliver (nylon) cyclone, and (c) SKC aluminum cyclone (SKC Inc., USA).

PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE 0600

DEFINITION: aerosol collected by sampler
with 4- μ m median cut point

CAS: None

RTECS: None

METHOD: 0600, Issue 3

EVALUATION: FULL

Issue 1: 15 February 1984

Issue 3: 15 January 1998

OSHA: 5 mg/m³

NIOSH: no REL

ACGIH: 3 mg/m³

PROPERTIES: contains no asbestos and quartz less than 1%;
penetrates non-ciliated portions of respira-
tory system

SYNONYMS: nuisance dusts; particulates not otherwise classified

SAMPLING		MEASUREMENT	
SAMPLER:	CYCLONE + FILTER (10-mm nylon cyclone, Higgins-Dewell [HD] cyclone, or aluminum cyclone + tared 5- μ m PVC membrane)	TECHNIQUE:	GRAVIMETRIC (FILTER WEIGHT)
FLOW RATE:	nylon cyclone: 1.7 L/min HD cyclone: 2.2 L/min Al cyclone: 2.5 L/min	ANALYTE:	mass of respirable dust fraction
VOL-MIN:	20 L @ 5 mg/m ³	BALANCE:	0.001 mg sensitivity; use same balance before and after sample collection
-MAX:	400 L	CALIBRATION:	National Institute of Standards and Technology Class S-1.1 or ASTM Class 1 weights
SHIPMENT:	routine	RANGE:	0.1 to 2 mg per sample
SAMPLE STABILITY:	stable	ESTIMATED LOD:	0.03 mg per sample
BLANKS:	2 to 10 field blanks per set	PRECISION:	<10 μ g with 0.001 mg sensitivity balance; <70 μ g with 0.01 mg sensitivity balance [3]

چند سیکلون از SKC

SKC GS-3 Cyclone at 2.75 L/min

- SKC 225-103 25 mm
- SKC 225-100 37 mm



SKC Aluminum Cyclone at 2.5 L/min

- SKC 225-01-01 25 mm
- SKC 225-01-02 37 mm



SKC GS-1 Cyclone at 2.0 L/min



SKC 225-105

SKC Plastic Cyclone at 2.2 L/min

(From SKC Ltd. in UK)



SKC 225-69

آماده سازی سیکلون برای نمونه برداری

- سیکلون را به لحاظ هر گونه آسیب فیزیکی بررسی نمایید.
- تست نشتی سیکلون را قبل از نمونه برداری انجام دهید، مگر اینکه در یک ماه اخیر انجام شده باشد.
- <https://www.osha.gov/dts/ctc/cycloneleaktestprocedure/cycleak.html>
- grit pot سیکلون را جدا کنید و داخل آنرا تمیز کنید.
- سیکلون را با آب و صابون (و ترجیحا حمام اولتراسونیک) شستشو دهید. سپس آنرا خشک کنید.
- از جسم خارجی برای تمیز کردن سیکلون استفاده نکنید.



نکات مهم در نمونه برداری با سیکلون

- سیکلون را به پمپ نمونه برداری متصل کنید تا در دبی مورد نظر کار کند سپس با انگشت ورودی سیکلون را مسدود کنید. اگر مکش پمپ مختل شود، نشان دهنده عدم وجود نشت در مدار سیکلون است.
- در هنگام نمونه برداری ورودی سیکلون توسط لباس فرد مسدود نشود.



SKC Respirable PPI



2 L/min: 225-385

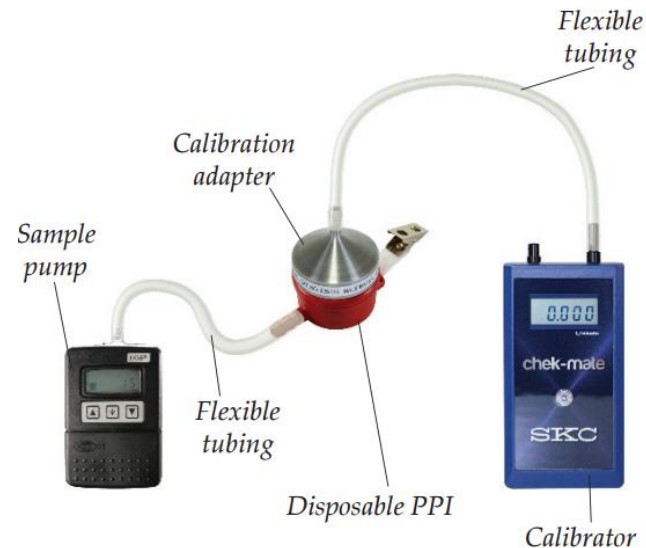


4 L/min: 225-387

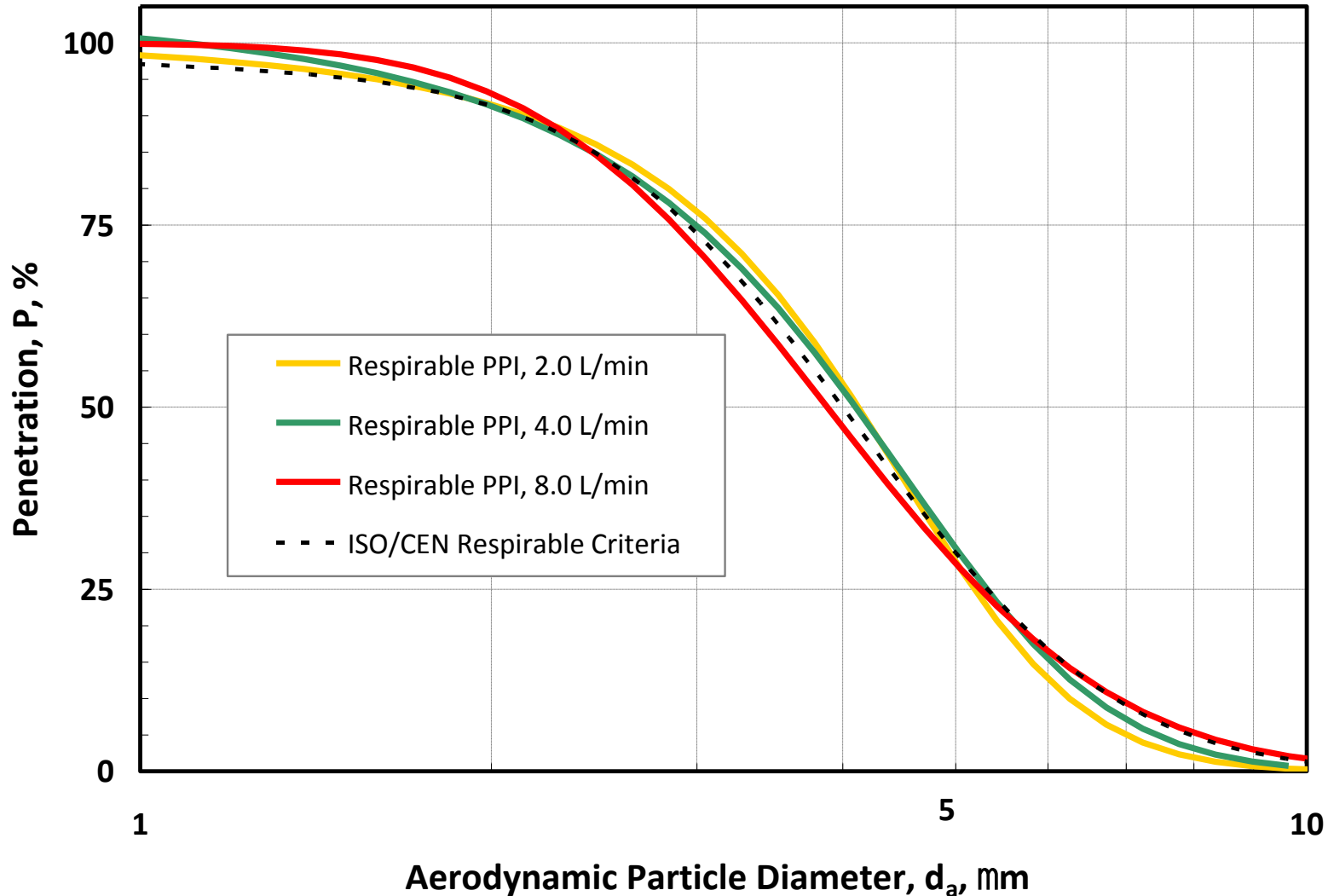


8 L/min: 225-384

- Single-use, disposable PPI models are available for use at either 2, 4, or 8 L/min.
- This provides **flexibility in pump option** and sample duration for various airborne concentrations.



PPI Sampler performance compared to criteria



انواع دیگر نمونه بردارهای قابل استنشاق

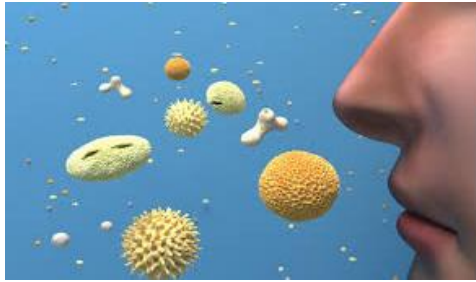
Table 11.4 A Selection of Respirable Personal Aerosol Samplers.

Sampler	Flow Rate (l/min)	Notes
CIP-10R	10	CIP-10I with a respirable separation stage. Figure 11.9.
SIMPEDS cyclone	2.2	Also known as the Higgins and Dewell (HD) cyclone. Figure 11.14.
SKC cyclone	1.9 – 2.75	Sampling flow rate depends on cyclone type and respirable convention used. Figure 11.14.
GK 2.69 cyclone	4.2	Can also be used as a thoracic sampler (Table 11.3). Figure 11.11.
Dorr-Oliver (10 mm) cyclone	1.7	Sampler constructed from nonconducting nylon. Figure 11.14.
MRE 113A (gravimetric dust sampler)	2.5	Static sampler. Use limited to sampling in mines. Figure 11.13.
IOM inhalable + respirable foam	2	IOM inhalable sampler with a size-selective PUF insert.
Foam cyclone	2	Cowled sampler with size-selective PUF Figure 11.16.
Virtual cyclone	3.3	Provides a good match with the respirable convention slope. Figure 11.15.

نمونه بردارهای جداسازی چند مرحله ای

- کاسکید ایمپکتور اندرسون
- ۸ مرحله ای
- فلو: 28.3 لیتر در دقیقه (یک فوت مکعب در دقیقه)
- جمع آوری ذرات بر روی تیغه های آلومینیومی
- کاسکید ایمپکتور فردی مارپل
- ۵ مرحله ای
- فلو: 1.7 لیتر در دقیقه
- ذرات $0.4 \mu\text{m}$ to $21 \mu\text{m}$





نمونه برداری از آلاینده های بیولوژیکی

- در موقعیت های زیر نیاز است که از آلاینده های بیولوژیکی نمونه برداری شود.
- IAQ investigations
- Infection control in hospitals and veterinary clinics
- Quantification of microorganisms in agricultural dust
- Biological research
- Infectious disease investigations in public buildings
- Safety concerns in the food handling industry

نمونه برداری از آلاینده های بیولوژیکی

- Bulk samples
- Surface samples
- Air samples

BULK SAMPLING

- قسمتی از مصالح ساختمان می تواند به عنوان نمونه بالک برداشته شود:
دیوار- کاغذ دیواری- تکه فرش- فیلتر سیستم تهویه مطبوع- ته نشین های کانال- گردوغبار ته نشین شده
- این نمونه ها مهم هستند. زیرا در نمونه برداری هوا ممکن است برخی آلودگی ها جمع آوری نشوند.
- نمونه های گرفته شده ممکن است در کیسه های پلاستیکی گذاشته شده و به آزمایشگاه منتقل شوند.
- ظرف های استریل برای نمونه آب و آب صابون مناسب هستند.

SURFACE SAMPLING

Microvacuum cassettes

- برای نمونه برداری اسپور قارچ ها از فرش و موکت بکار می رود.
- این کاست محتوی فیلتر پلی کربنات 0.45 μm در داخل کاست ۳ تکه ای است که به شلنگ (نازل) ۵ سانتی متری متصل است.
- نمونه برداری با فلوی 16 L/min از سطح انجام می گیرد.



Normal- $<5,000/1000 \text{ cm}^2$

Borderline- $25,000/1000 \text{ cm}^2$

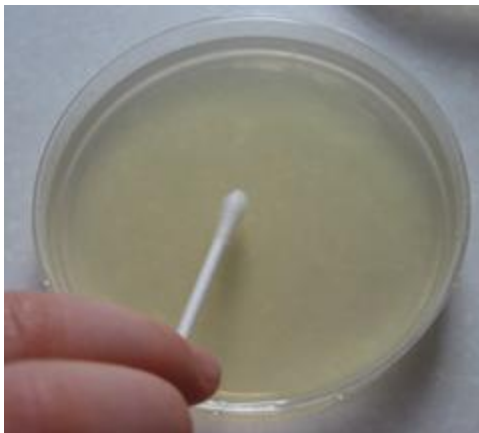
Elevated- $>75,000/1000 \text{ cm}^2$

SURFACE SAMPLING

STERILE WIPES

یک سواب یا فیلتر مرطوب شده با آب استریل بر روی سطح کشیده می شود.

سپس سواب بر روی محیط کشت آگار کشیده می شود تا کشت اتفاق بیفتد.



- Normal: $<1,500 \text{ cfu/cm}^2$
- Probable Contamination: $>1,500 \text{ cfu/cm}^2$

AIR SAMPLING

Air Sampling for Bioaerosols

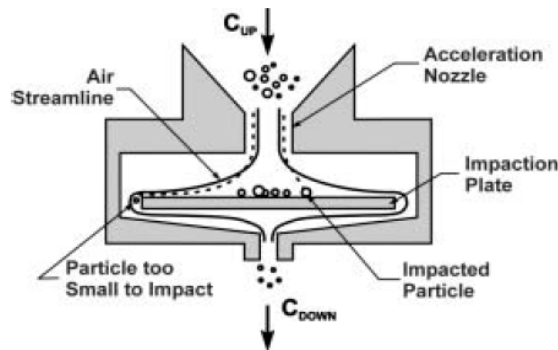
- Impactors
- Filters or
- Liquid-based (impinger-type) devices



Air sampling sporetrap cassettes

ارزان و راحت است.

از پمپی با فلوی $15-30 \text{ L/min}$ بمدت ۱۰ دقیقه استفاده می کند.
اسپورها بر روی اسلاید میکروسکوپ برخورد می کنند.
اسلاید ها رنگ آمیزی شده و با میکروسکوپ مطالعه می شوند.



Data interpretation

spore traps

November 2001 AIHA *Synergist* guidelines for
Air samples:

Residential Buildings:

Normal: $<5,000$ spores/m³

Probable Contamination: $>10,000$ spores/m³

Commercial Buildings:

Normal: $<2,500$ spores/m³

Probable Contamination: $>10,000$ spores/m³

Air sampling viable cascade impactor

- Specified in **NIOSH Methods 0800 and 0801**
- Used with a pump at 28.3 L/min for typical sample times of **2-5 minutes**
- Bioaerosols impact onto growth medium (**agar**).
- Agar plates are shipped to a microbiology laboratory for growth culture.



SKC Biostage 225-9610/11

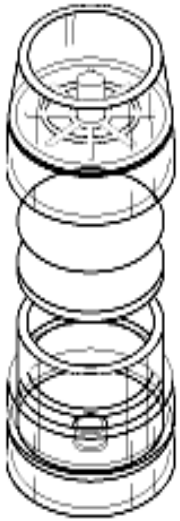


QUICKTAKE 30 PUMP

SKC BIOSTAGE

Sampler preparation





AIR SAMPLING FILTERS

- بیوآئروسولها از طریق عبور از میان یک فیلتر غشایی جمع آوری می شوند.
- فیلترها: MCE ، PVC و Polycarbonate
- فیلترهای ژلاتینی (**Gelatin**) به زنده ماندن میکروب ها کمک خواهند کرد.

Gelatin filters

with SKC Button sampler



- یک مطالعه چاپ شده در مجله AIHA بیان می کند که فیلتر ۲۵ میلیمتری با نمونه بردار دکمه ای SKC کارایی نزدیک به ۱۰۰ درصدی برای شمارش اسپورهای هوابرد دارد.

- از فیلترهای ژلاتینی ۲۵ و ۳۷ میلیمتری SKC می توان استفاده کرد.

- (Cat. No. 225-9551/2).

- فیلترها، ساپورت فیلتر و نمونه بردار باید استریل باشند.

- نمونه برداری ۵ تا ۳۰ دقیقه طول می کشد.

- بعد از نمونه برداری فیلتر ژلاتینی بر روی محیط کشت آگار قرار داده می شود.



Air sampling collection into liquid



Biosampler
SKC 225-9595

- بیوآئروسولها اغلب در یک مایع (محللول بافر رقیق یا روغن معدنی SKC Viatrap) جمع آوری می شوند.
- مقداری از مایع می تواند در محیط کشت آگار قرار داده شود و یا با تکنیک های دیگر آنالیز شود.
- تنها روشی که نمونه برداری ۸ ساعته می توان انجام داد. (با ایمپینجر معمولی ۱ تا 1.5 ساعت)

ADVANTAGE: 8-hr sampling

کارکرد بیوسمپلر SKC



- ۳ نازل دارد که با دیواره های ظرف زاویه دارند.
- هر نازل فلوی 4.2 L/min دارد که مجموعاً فلوی وسیله 12.5 L/min می شود.

- نازل ها از چسبیدن بیوآئروسولها به دیواره ها جلوگیری می کنند.
- همچنین آئروسولها از سمپلر خارج نشده و در آن حفظ می شوند (عملی که در ایمپینجر معمولی اتفاق می افتد)



آنالیزهای مختلف برای نمونه جمع آوری شده با بیوسمپلر

- Growth culture
- Microscopic
- Bioassay
- Immunoassay
- PCR



روشهای قرائت مستقیم ذرات

- پاسخ این وسایل غیر اختصاصی است.
- (این دستگاهها صرفنظر از ماهیت ذره نسبت به یکی از خصوصیات ذره (سایز، شکل یا جرم) واکنش نشان می دهد.
- این وسایل تراکم ذرات را بوسیله مکانیسم های زیر تعیین می کنند:
- پخش نور (Light scattering) (nephelometer)
- **Piezobalance** [Quartz Crystal Microbalance(QCM)]

Diagram of a Light-scattering particle analyzer

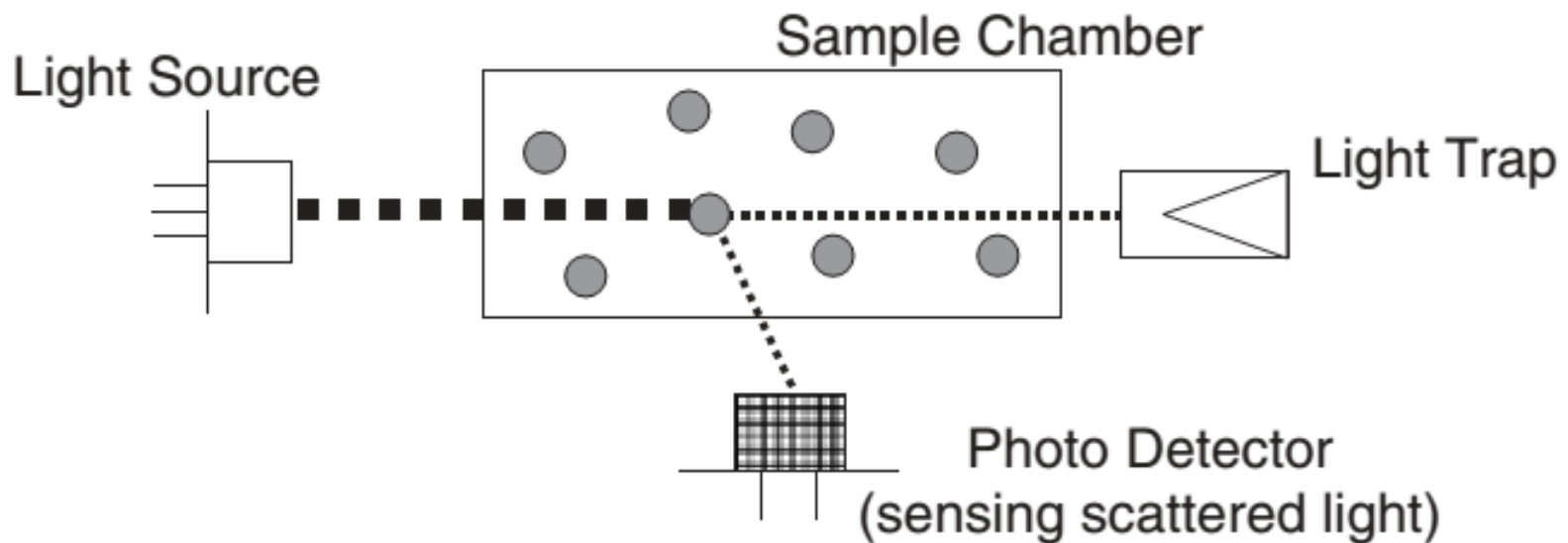


Figure 14.1. Diagram of a light-scattering particle analyzer.

Some typical nephelometers



- It responds to a particle size range of 0.1 to 10 μm .
- Measurement range from 0.001 to 100 mg/m^3

Figure 14.2. TSI DUSTTRAKTM aerosol monitor with a measurement range from 0.001 to 100 mg/m^3 . (Courtesy of TSI, Inc.)

Grimm Dust Monitor Model 1.108/1.109

- **Size channels:**
- 15 channels (1.108)
- 0.3/ 0.4/ 0.5/ 0.65/ 0.8/
1.0/ 1.6/ 2/ 3/ 4/ 5/ 7.5/
10/ 15/ 20 micron
- **Particle concentration:**
1 to 2.000.000
particles/liter
- **Dust mass range:**
- 0.1 to 100.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



DataRAM-4 Portable Particle Sizing Aerosol Monitor



Figure 14.6. Thermo Electron DataRAM-4™ real-time aerosol monitor measures mass concentration while providing continuous real-time readout of both air temperature and humidity. (Courtesy of Thermo Electron Corporation.)

- This measures mass concentrations of **airborne dust, smoke, mist, haze, and fumes**, while providing continuous real-time readouts of both **air temperature and humidity**.

One stage of a quartz microbalance impactor

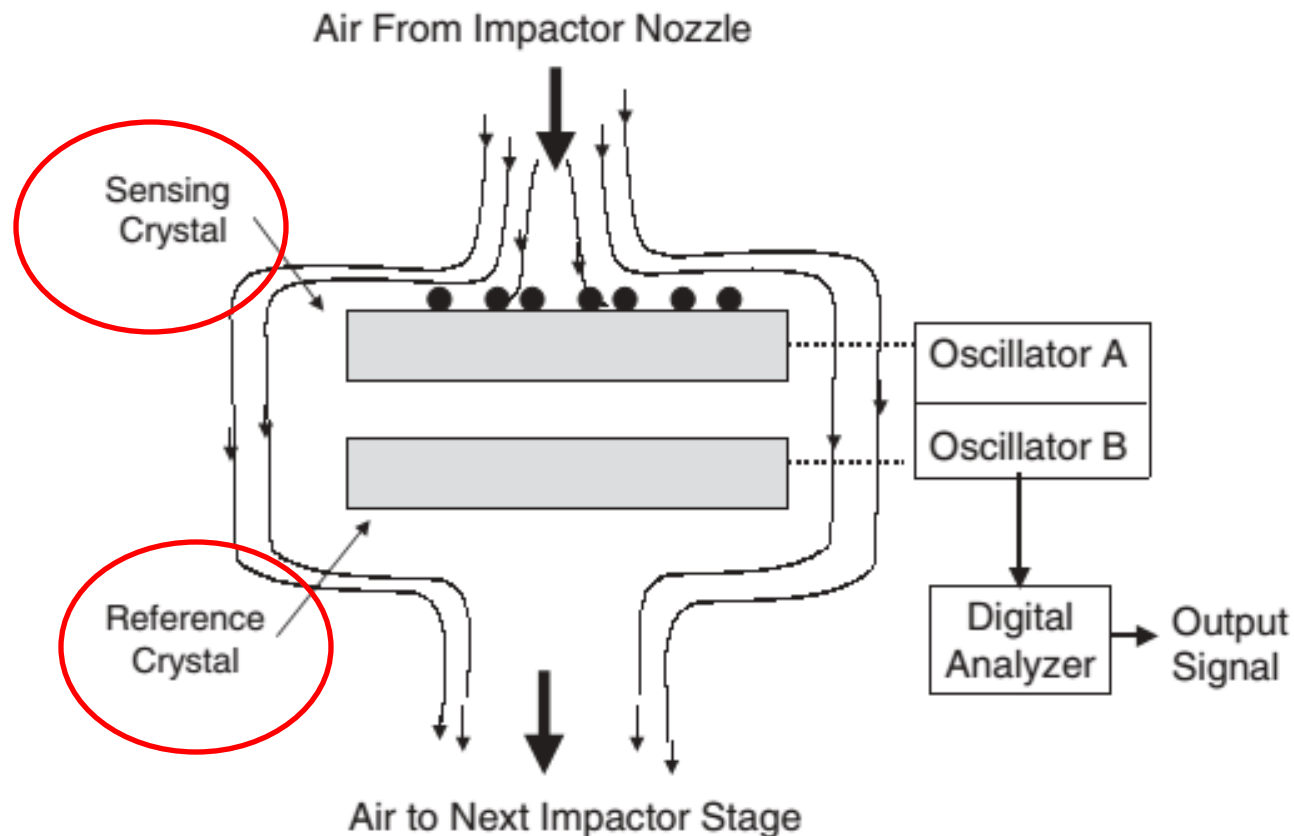


Figure 14.10. One stage in a quartz crystal microbalance impactor showing how particles collect on the *sensing* crystal. This causes a decrease in its oscillating frequency relative to the *reference* crystal that is proportional to the mass of the deposited particles.

QCM Cascade Impactor Air Particle Analyzer

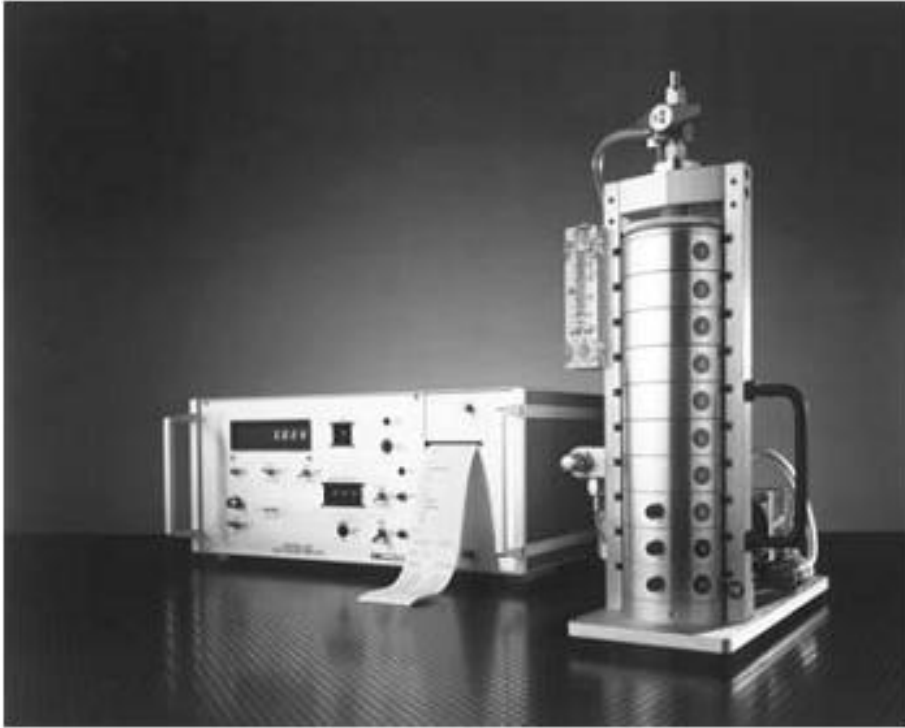


Figure 14.11. The 10-stage QCM cascade impactor air particle analyzer provides real-time aerosol size and concentration data, plus the particles deposited on each *sensing* crystal can be analyzed to identify their chemical composition. (Courtesy of California Measurements, Inc.)

- This instrument is a **10-stage inertial impactor** that each stage consists of a pair of quartz crystals that function as a very sensitive microbalance