فرایند نمونه برداری تا محاسبات

دکتر عبدالرحمان بهرامی- عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت همدان

فرایند نمونه برداری تا محاسبات

نمونه برداری

عملیات اولیه بر روی نمونه

عملیات اولیه آزمایشگاهی بر روی نمونه

تجزیه شیمیایی آزمایشگاه

عملیات بر رروی اطلاعات

انتقال نتایج

اهداف نمونه‌برداری

- الف) انجام بررسی‌های تحقیقاتی
- ب) اندازه گیری و تعیین میزان تماس کارگران با آلوده کننده‌های مختلف هوا اعم از فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی
- ج) بررسی و تعیین میزان مؤثربودن روشهای مختلف کنترل آلاینده‌های شیمیایی درمحیط کار
- د) بررسی کمی و کیفی وسایل آزمایشگاهی نمونه‌گیر
- ه) ارزشیابی دستگاههای مورد استفاده در داخل کارخانه
- و) بررسی و رسیدگی به شکایات وارده از طرف کارگران
- ز) حسن اجرای قوانین بهداشتی در صنایع مختلف
- ح) تشخیص شرایط نامطلوب و غیرایمن و شناسایی منابع تولید آلودگی
- ط) تهیه اطلاعاتی در زمینه توزیع زمانی تراکم آلاینده در حین فرایندهای صنعتی

محل نمونه‌برداری

- **۱) منطقه تنفسی کارگر:** نمونه‌برداری از منطقه تنفسی پراهمیت‌ترین روش نمونه‌برداری بوده چون آلاینده نمونه‌برداری شده در مجاورت منطقه تنفسی کارگر است.
- **۲) نزدیکترین نقطه به منبع تولید آلودگی:** این نمونه‌برداری جهت تعیین مقدار انتشار آلاینده درهوای محیط کار و همچنین جهت بررسی کیفیت دستگاه های کنترل آلودگی در داخل کارخانه مورد استفاده می‌باشد.
- **۳) نمونه‌برداری از هوای عمومی کارگاه**

برنامه‌ریزی جهت عملیات نمونه‌برداری و تجزیه

- الف) شروع کار
- ب) تعیین محل نمونه‌برداری
- ج) تعیین تعداد نمونه
- د) نمونه‌برداری
- ه) روش حمل نمونه
- و) مدت زمان نگهداری نمونه
- ز)روش آماده‌سازی نمونه جهت تجزیه
- ح) تجزیه
- ط)محاسبات
- ی) مقایسه غلظت بدست آمده با مقادیر پیش بینی شده

خطای ناشی از نمونه برداری و حمل نمونه

- عواملی همچون عدم دقت در نمونه برداری، عدم تنظیم دبی در پمپ نمونه برداری در محیط کاری یا محیط بیرون، اشکال در وسیله نمونه بردار، عدم ثبات نمونه در طی نمونه برداری، خروج آلاینده از نمونه گیر به دلیل اشباع شدن، حمل نمونه در ظروف غیر مجاز، تغییر در نمونه در طی حمل و غیره می تواند باعث ایجاد خطا در نتیجه شده و مقادیر اندازه گیری شده با مقدار واقعی متفاوت خواهد بود.

عوامل مزاحم در نمونه برداری

- **رطوبت:** رطوبت در بعضی از نمونه گیرها تداخل ایجاد نموده و مقادیر جذب آلاینده را کاهش می دهد (نمونه برداری با سیلیکاژل، کربوترپ و فیلتر)
- **دما:** تصحیح دمایی
- **وجود عوامل طبیعی مداخله کننده در نمونه برداری:** از عوامل فوق می توان بر تأثیر سرعت جریان باد، جهت جریان باد، وجود موانع در محل نمونه برداری همچون ماشین آلات، ساختمان و درخت، تأثیر هواکش های روشن در زمان نمونه برداری در محل کارگاه، تأثیر تهویه مطبوع در نمونه برداری، تأثیر دربهای خروجی و ورودی و پنجره ها در نمونه برداری را نام برد.

خطاهای فاحش علمی

- ۱-عدم آزادی کارگر در حین نمونه برداری
- ۲-مقایسه نمونه برداری لحظه ای با TWA
- ۳-مقایسه نمونه برداری محیطی با TWA
- ۴- مقایسه ساعات مواجهه و صرف نظر از ساعات غیرمواجهه در محاسبات نهایی
- ۵- عدم نیاز به تصحیح حجم
- ۶-عدم استفاده از نمونه شاهد
- ۷-مقایسه ذرات کل با استاندارد تنفسی

Table 8–A. *General Types of Particulate Matter (PM)*

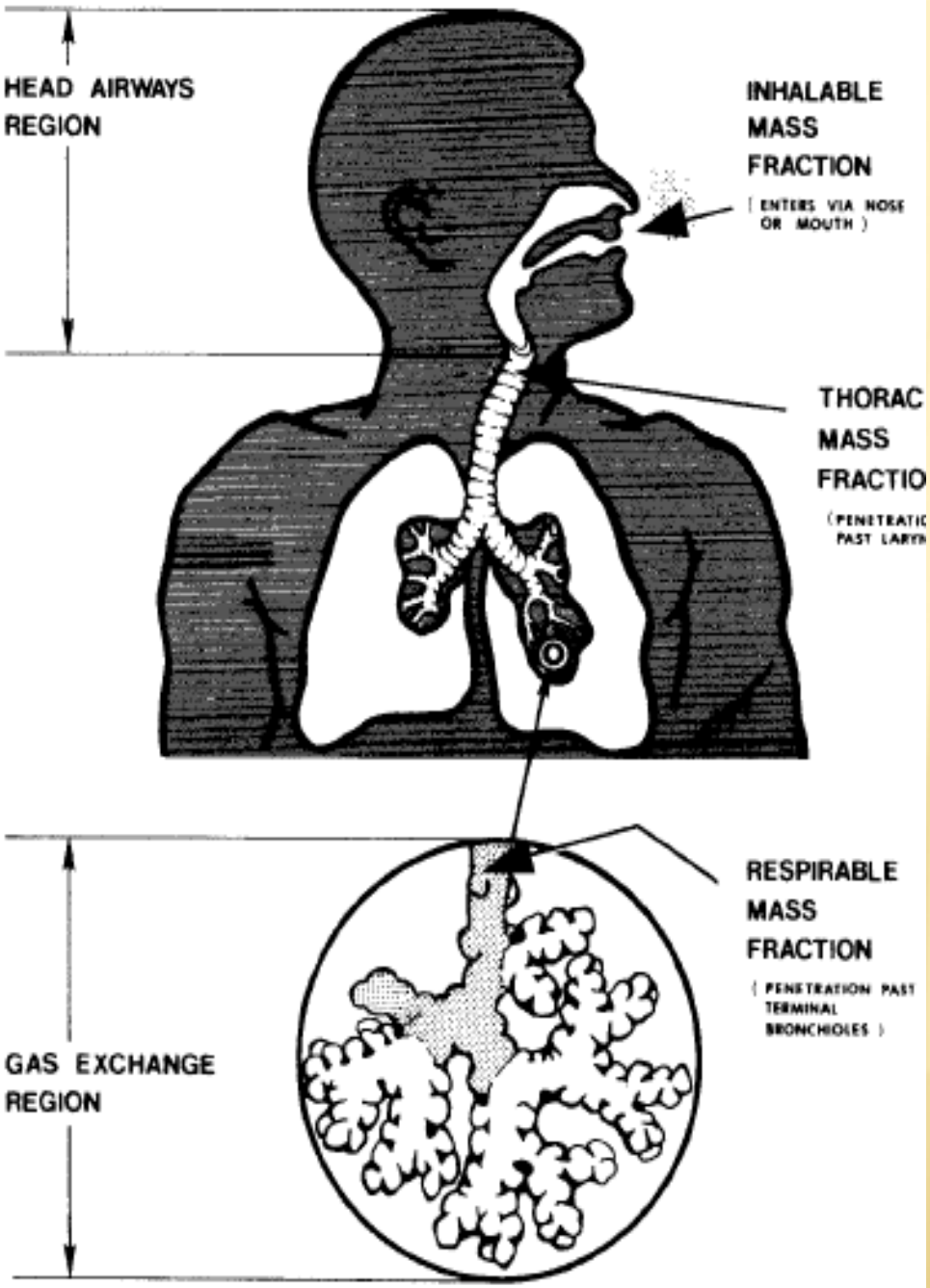
Type of PM	*Sub-Type*	*Defining Characteristic*	*Examples/Sources*
Dusts	General	Produced by mechanical action on larger pieces of the material (e.g., grinding, cutting, tearing)	Lead dust while scraping paint Quartz dust when jack hammering
	Fibers	Dust classified because of its shape as long thin tendrils	Asbestos Ceramic fibers Fiberglass
	Biological (not micro-organisms)	Typically organic dusts created by disturbance of plant or animal materials	Wood dust Cotton dust Animal dander
	Radioactive	Radiotoxicity is often more significant than chemical toxicity	Radon progeny Radioactive waste Uranium
Mists	General	Droplets of liquid. Always defined in the context of an aerosol. Created by mechanical action breaking liquid into small particles	Droplets from bubbling dip tanks Paint overspray
	Fog	Droplets of liquid caused by recondensation of vapor	Boiling acids in chemical digestion
Fume	All	Formed by the evaporation and rapid condensation of metal vapor into very small particles	Welding Arc or torch cutting Foundry work
Biological agents	All	These include living and non-living agents that may be allergenic, toxigenic or infectious	Bacteria (and related organisms) Viruses Fungal spores Prions
Smokes	All	Smokes are the products of incomplete combustion of organic materials. Created by vaporization of organic material with subsequent condensation. Sometimes used interchangeably with “fumes”	Diesel exhaust Coke or coal powered furnaces Human tissue during laser surgery Second-hand cigarette smoke

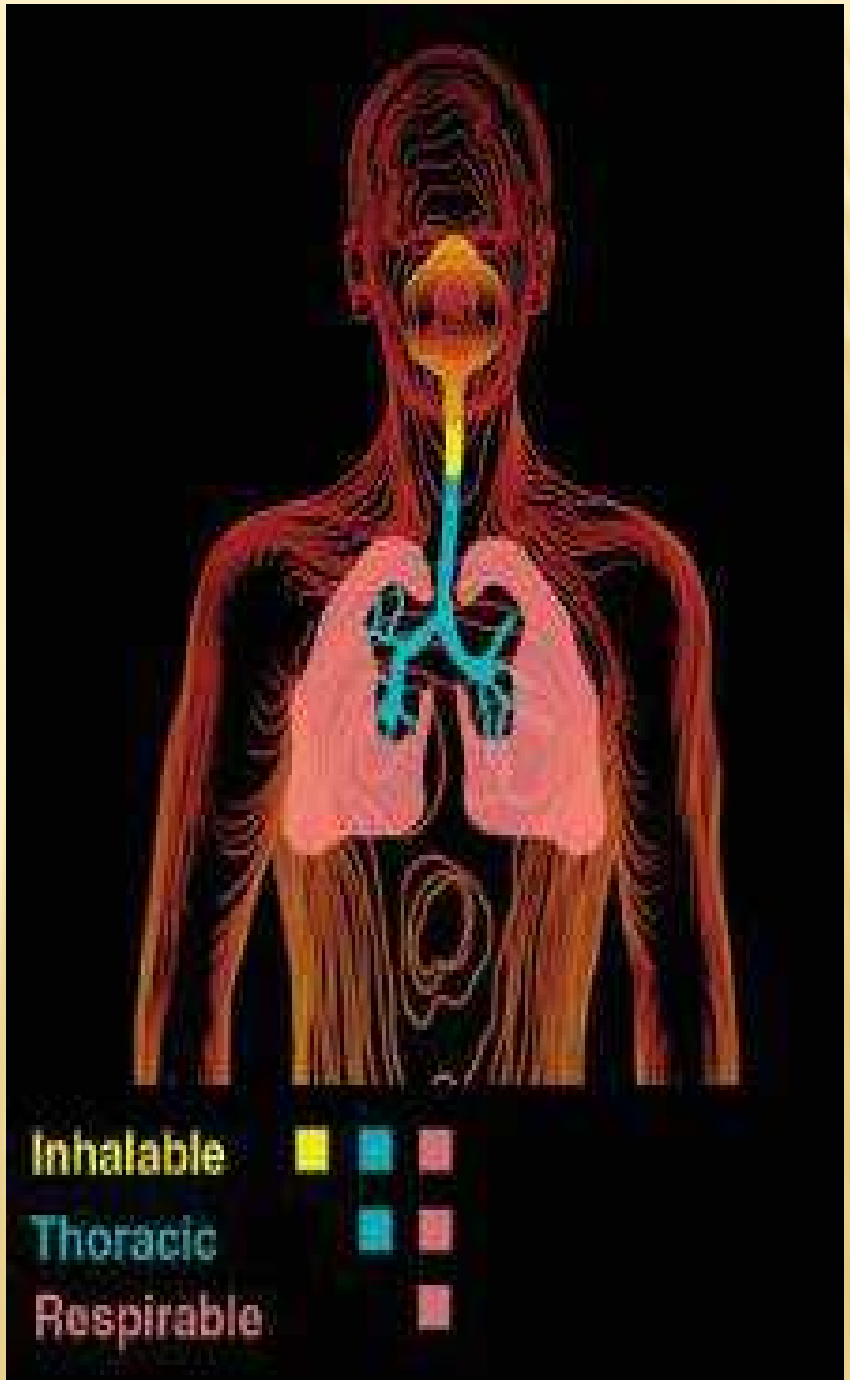
تقسیم بندی آئروسل ها بر حسب ورود به دستگاه تنفسی انسان:

۱- قابل تنفس (Inhalable): ذرات با قطر (آئرودینامیکی) کوچکتر از ۱۰۰µm می باشند. این ذرات قادرند در هر نقطه از دستگاه تنفس اعم از راههای تنفسی فوقانی، میانی و تحتانی ته نشین شوند.

۲- توراسیک (Thoracic): ذرات با قطر کمتر از ۲۵µm که می توانند در هر نقطه از راههای هوایی (نای و نایژه) و ناحیه کیسه های هوایی ته نشین گردند.

۳- قابل استنشاق (Respirable): ذرات با قطر کمتر از ۱۰µm که می توانند تا انتهائی ترین حبابچه های ریوی و منطقه تبادل گازی ریه نفوذ کنند.


HEAD AIRWAYS REGION
INHALABLE MASS FRACTION
(ENTERS VIA NOSE OR MOUTH)
THORAC
MASS
FRACTIO
(PENETRATIC
PAST LARYN
RESPIRABLE MASS FRACTION
(PENETRATION PAST TERMINAL BRONCHIOLES)
GAS EXCHANGE REGION


Inhalable
Thoracic
Respirable

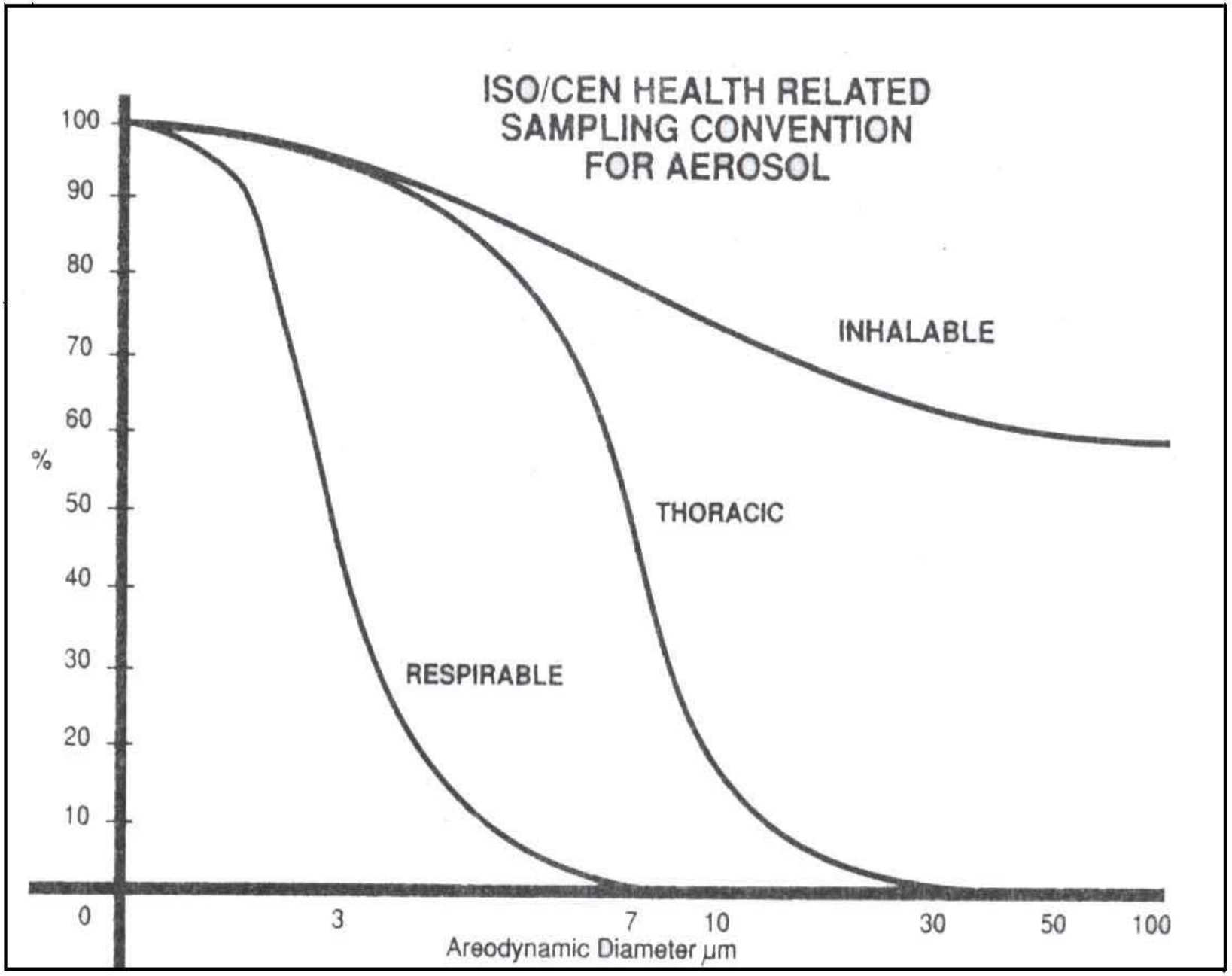
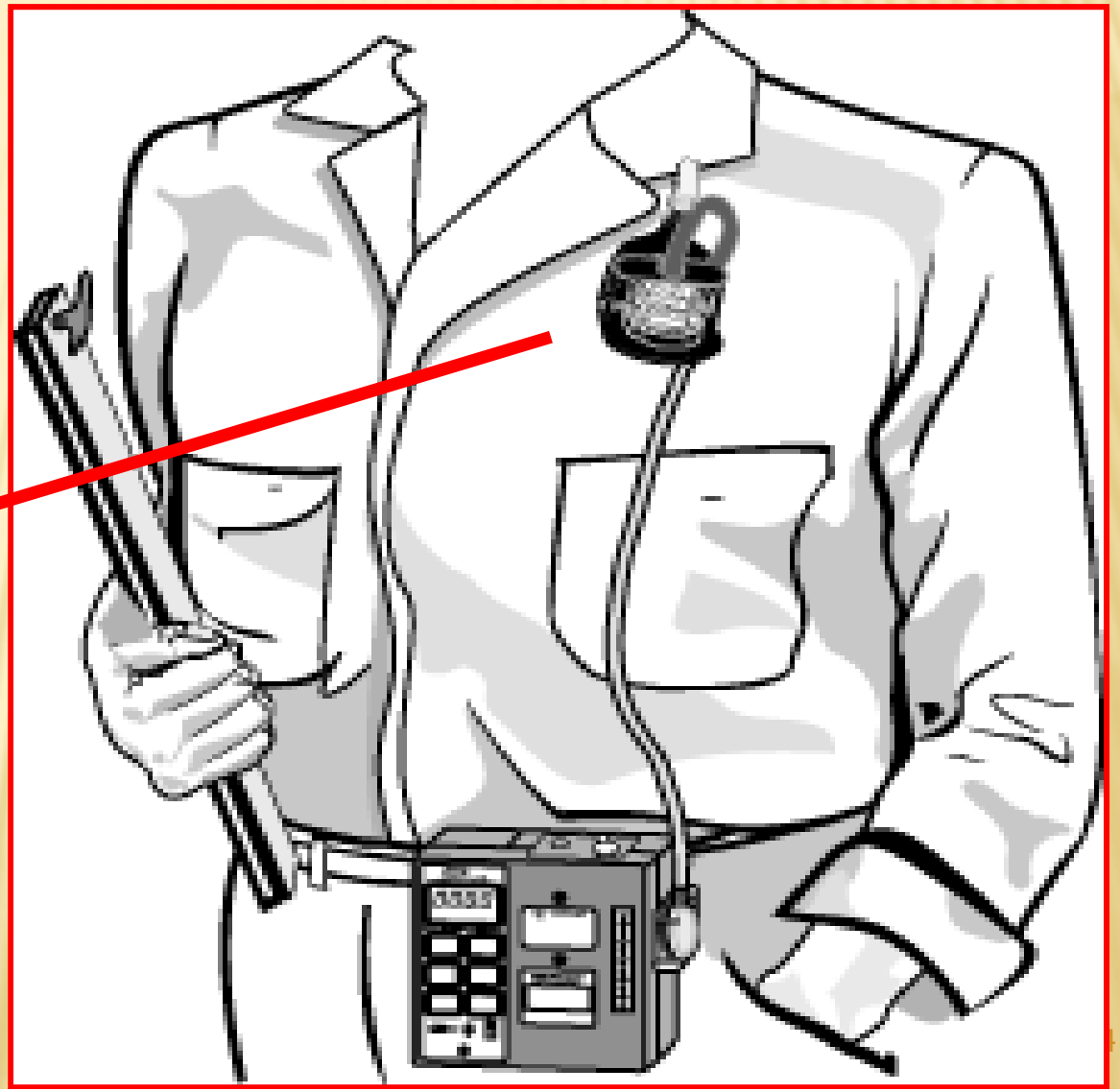

ISO/CEN HEALTH RELATED
SAMPLING CONVENTION
FOR AEROSOL
INHALABLE
THORACIC
RESPIRABLE
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
3
7
10
30
50
100
Areodynamic Diameter µm

Table 8–G. *Some TLVs® with Respirable Particulate Mass (RPM) Standards*

Particulate Matter	*TLV RPM (mg/m^3)*	*Comments*
Cadmium	0.002	RPM TLV, but not part of OSHA standard
Coal Dust (Anthracite)	0.4	Under OSHA, limit is: $\frac{2.4\ mg/m^3}{\%\ SiO_2 + 2}$
(Bituminous)	0.9	
		where quartz is <5%, otherwise use OSHA quartz formula
Diquat Dibromide	0.1	An herbicide, also has nonrespirable TLV
Graphite	2.0	All forms except fibers
Kaolin	2.0	Under OSHA, standard still only exists in mppcf units.
Mica	3.0	Under OSHA, standard still only exists in mppcf units
Paraquat	0.1	A pesticide, also nonrespirable TLV
Particulates not otherwise classified (PNOC)	3.0	Under OSHA, 5 mg/m^3
Silica:		
Free crystalline (quartz, tridymite, cristobalite)	0.05	In Federal OSHA, the quartz standard is given by:
Tripoli	0.1	$\frac{10\ mg/m^3\ (\text{total respirable dust})}{\%\ SiO_2 + 2}$
Fume	2.0	
Fused	0.1	which is equal to essentially 0.1 mg/m^3 for pure quartz. Tridymite and cristobalite limits are given as 1/2 the quartz standard. Limits for amorphous forms are given by:
Diatomaceous earth	3.0	$\frac{80\ mg/m^3\ (\text{total respirable dust})}{\%\ SiO_2}$
Soap Stone	3.0	Also nonrespirable TLV
Talc	2.0	Not containing asbestos. Under OSHA, standard still only exists in mppcf units.

نمونه برداری از ذرات کل در منطقه تنفسی کارگر



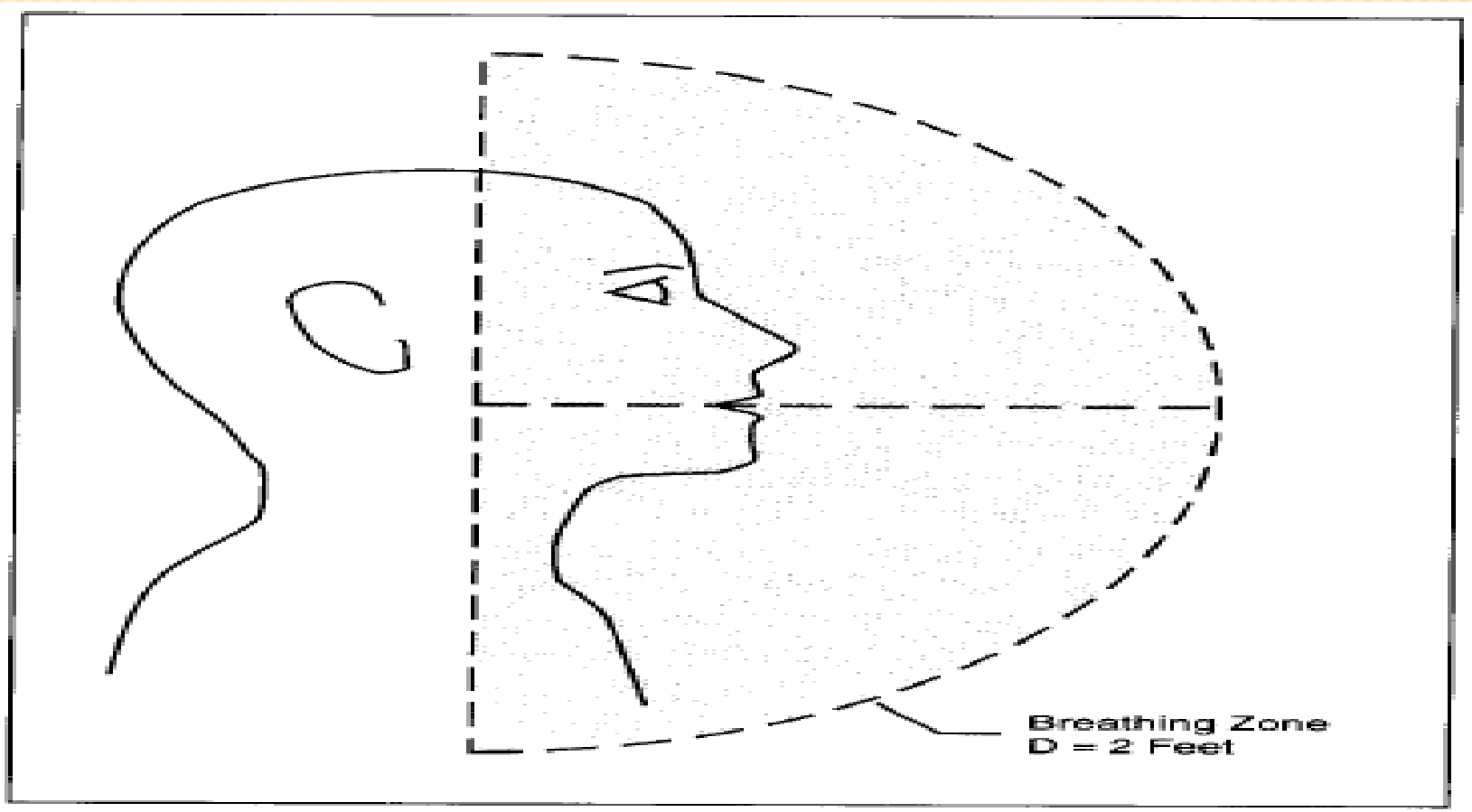
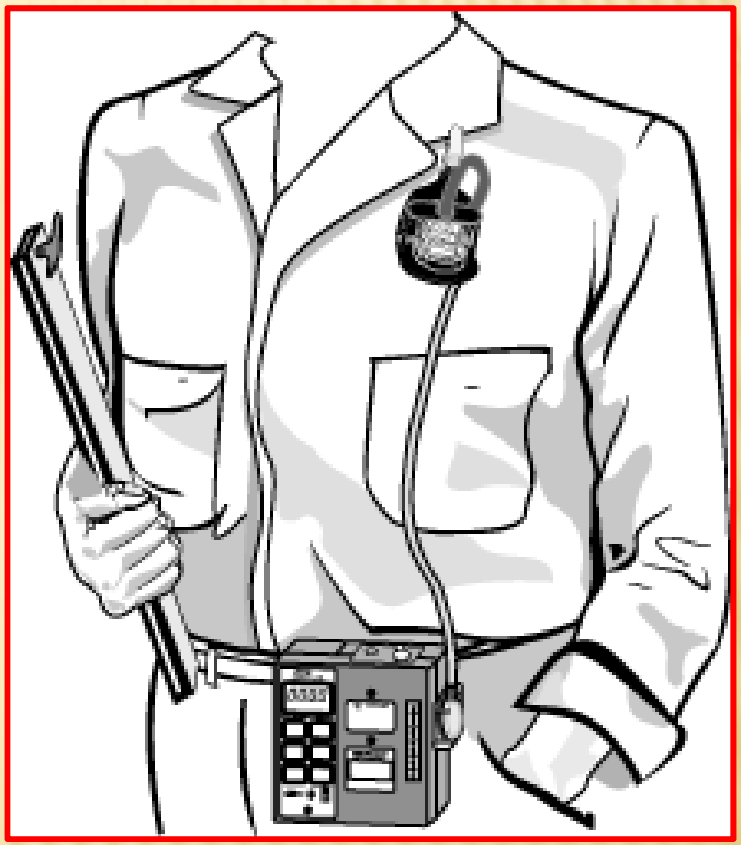


Figure 5-4: The breathing zone is defined as a two-foot diameter half-sphere around the worker's head and shoulders. This area contains the atmosphere that the worker is most likely to inhale. The inlet of the personal sample collector should be located within this region.

"*TOTAL*" PARTICULATE

- A misnomer
- Only includes particulates that can be collected by a 37-mm or 25 –mm filter cassette.

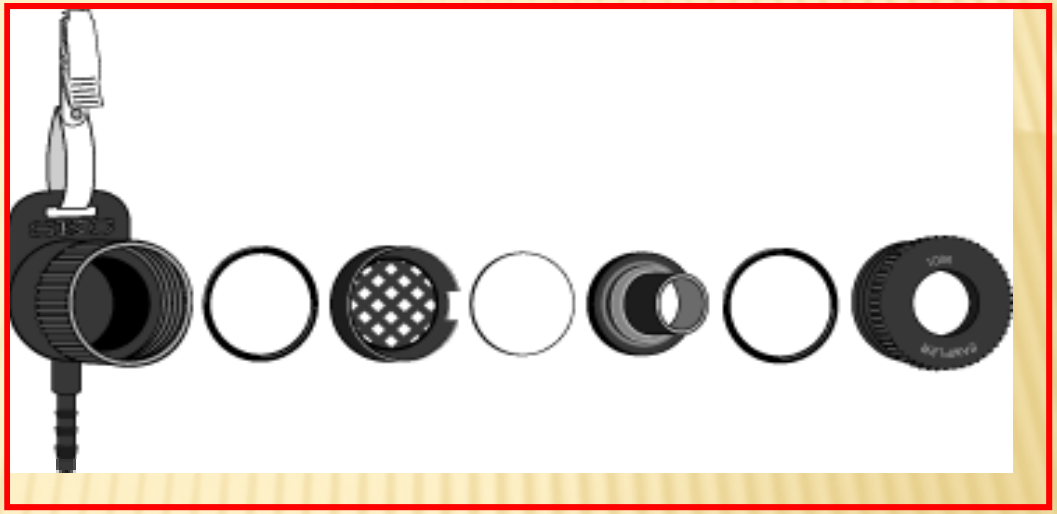


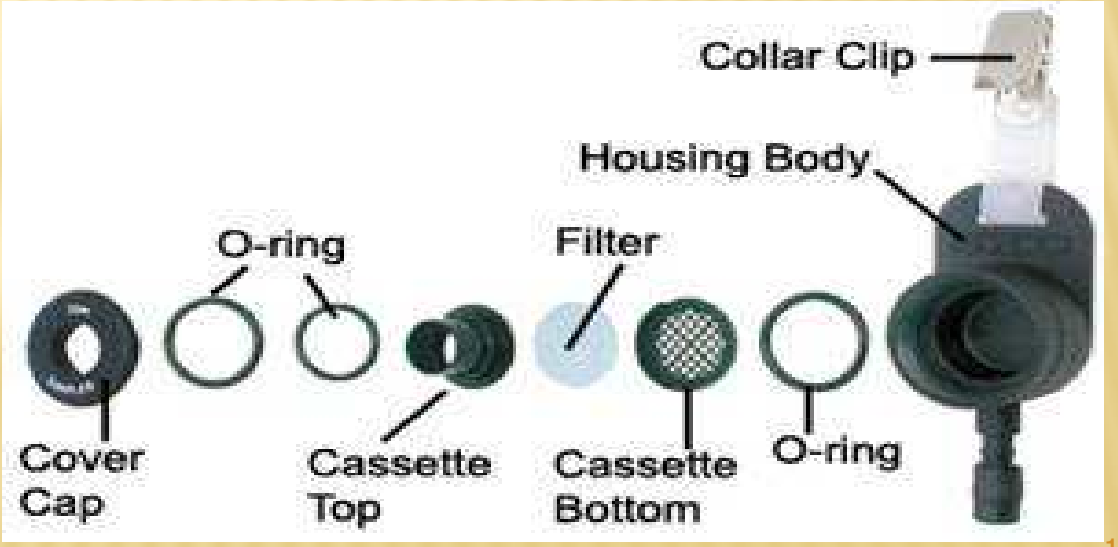
INHALABLE SAMPLERS

A personal sampler for inhalable particulate was first developed by Mark and Vincent in 1986 at the Institute of Occupational Medicine and was named the IOM sampler.

IOM SAMPLER

SKC
IOM
SAMPLER




Collar Clip
Housing Body
O-ring
Filter
Cover Cap
Cassette Top
Cassette Bottom
O-ring

روش استفاده از نمونه گیر 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 کالیبراسیون مخصوص
- نمونه گیری و توزین مجدد فیلتر و نگهدارنده با همدیگر یا آنالیز شیمیائی آنها

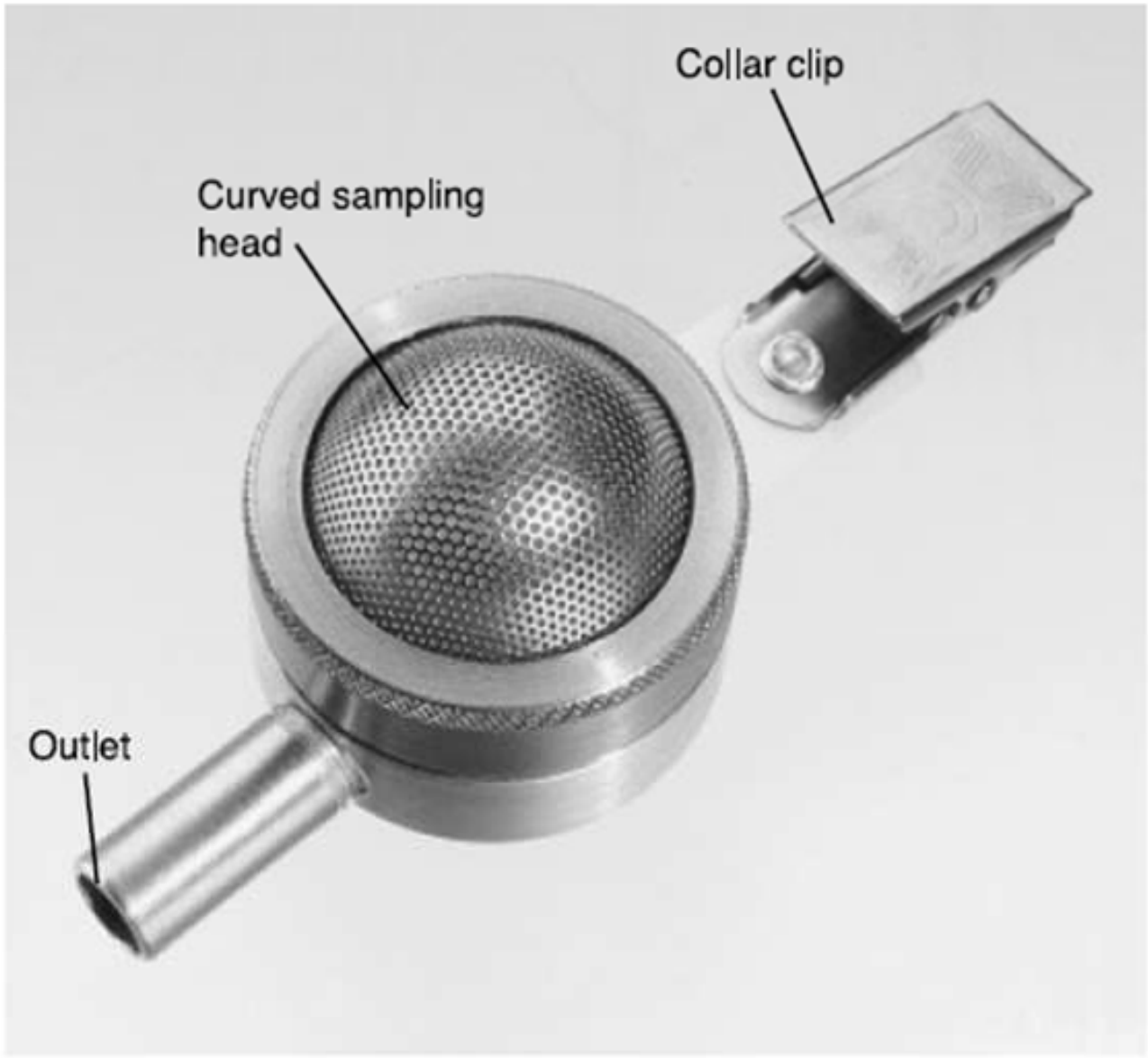
مزایای IOM

- با توجه به توزین همزمان فیلتر و نگهدارنده، کل ذرات ورودی به نمونه گیر مورد آنالیز قرار می گیرند.
- چنانچه مقداری از ذرات بطور تصادفی از فیلتر جدا شوند، داخل نگهدارنده باقی مانده و توزین می شوند.

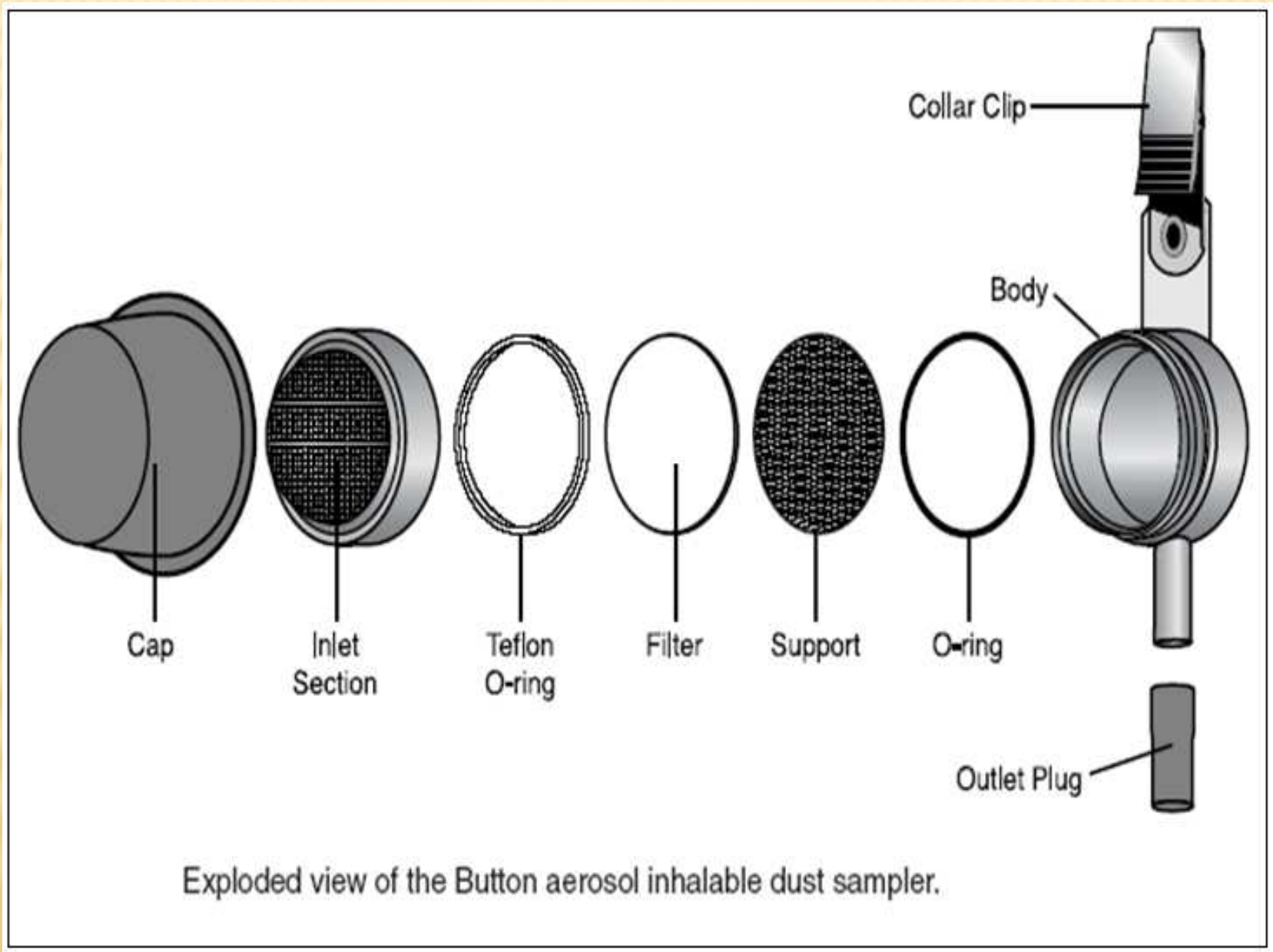
AN ALTERNATIVE INHALABLE SAMPLER

Button Sampler

- Inlet has a screen with numerous, evenly spaced holes
- Holes act as orifices and provide multidirectional sampling capabilities



A Button aerosol inhalable dust sampler is a reusable filter sampler with a porous curved-surface sampling inlet designed to improve the collection characteristics of inhalable dust particles (<100 μm in aerodynamic diameter). (SKC)



Exploded view of the Button aerosol inhalable dust sampler.

روش استفاده از BUTTON SAMPLER

- ورودی نمونه گیر باز شده و ارینگ تفلونی آن برداشته شود.
- یک فیلتر ۲۵mm با پور سایز ترجیحاً بیشتر از ۱µmبر روی توری پشتیبان استیلی قرار گرفته و ارینگ مجدداً سرجای خود گذاشته شده و ورودی نمونه گیر بسته شود.
- نمونه گیر با دبی ۴L/min کالیبره شود. (با آداپتور مخصوص)
- برداشتن فیلتر از روی توری پس از نمونه گیری و انتقال فیلتر به آزمایشگاه در داخل قاب پلاستیکی

OTHER INHALABLE SAMPLERS

- 7-HOLE SAMPLING HEAD

  Traditional European method using a 25-mm filter and cassette with an end cap with 7 equispaced inlet holes with flows of 2.0 L/min.

OTHER INHALABLE SAMPLERS

- Conical Inhalable Sampler (CIS)

  Also known as the GSP Sampler. This German sampler aspirates particles through the inlet at 3.5 L/min onto a 37-mm filter. Optional foam plugs collect multiple size fractions.

CIS SAMPLER

OTHER INHALABLE SAMPLERS

- Respicon

Particles are aspirated through the inlet at 3.1 L/min and then separated into the 3 fractions: inhalable; thoracic and respirable.

RESPICON™

OTHER INHALABLE SAMPLERS

- CIP-10

A French sampler with 2 key components:
-Impactor/foam pre-separator to retain large particles.
-A rotating cup with a PUF ring that collects the sample for gravimetric analysis.

CIP-10 SAMPLER

جمع آوری ذرات به روش گریز از مرکز

- وسایلی که توسط مکانیسم گریز از مرکز کار می کنند ، سیکلون نامیده می شوند (Cyclon).
- همانند رسوب دهنده های الکترواستاتیکی در بزرگ برای کنترل ذرات در صنایع و در مقیاس کوچکتر برای نمونه برداری از ذرات بکار می روند.

- عملکرد و شکل:
- در سیکلون ذرات قابل استنشاق از ذرات غیرقابل استنشاق جدا می شوند.
- ذرات غیرقابل استنشاق در قسمت پائین سیکلون جمع آوری شده و ذرات قابل استنشاق در خروجی آن بر روی فیلتر جمع آوری می شوند.
- سیکلون جزء وسایل نمونه بردار با سایز انتخابی است.
- (Size Selective Sampler)

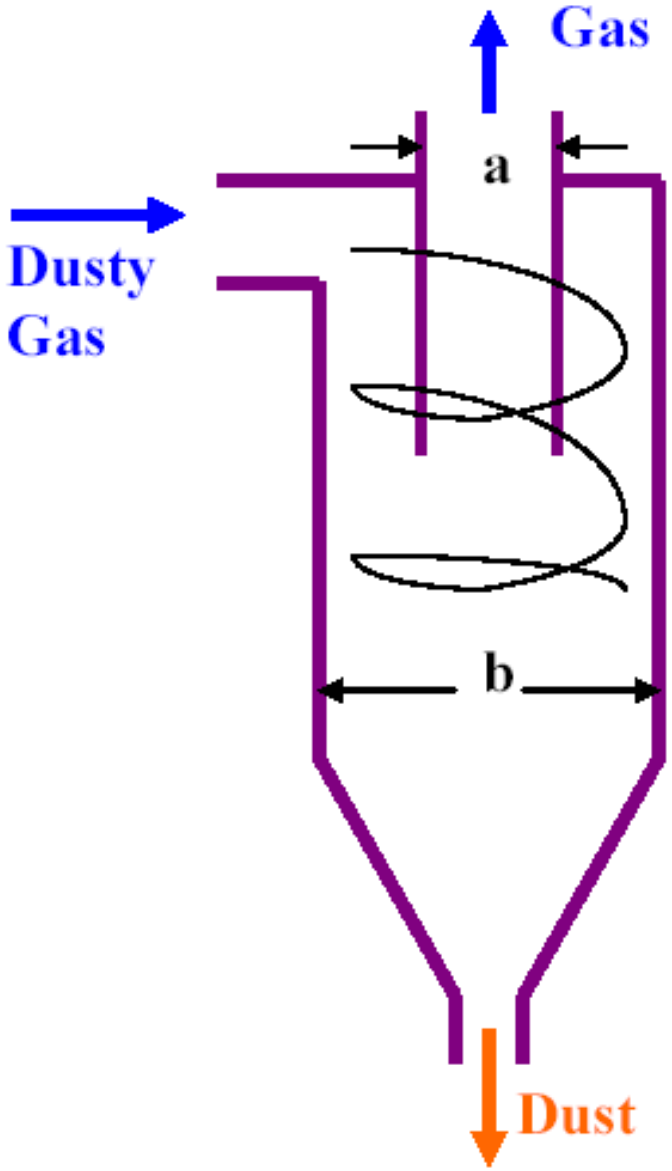
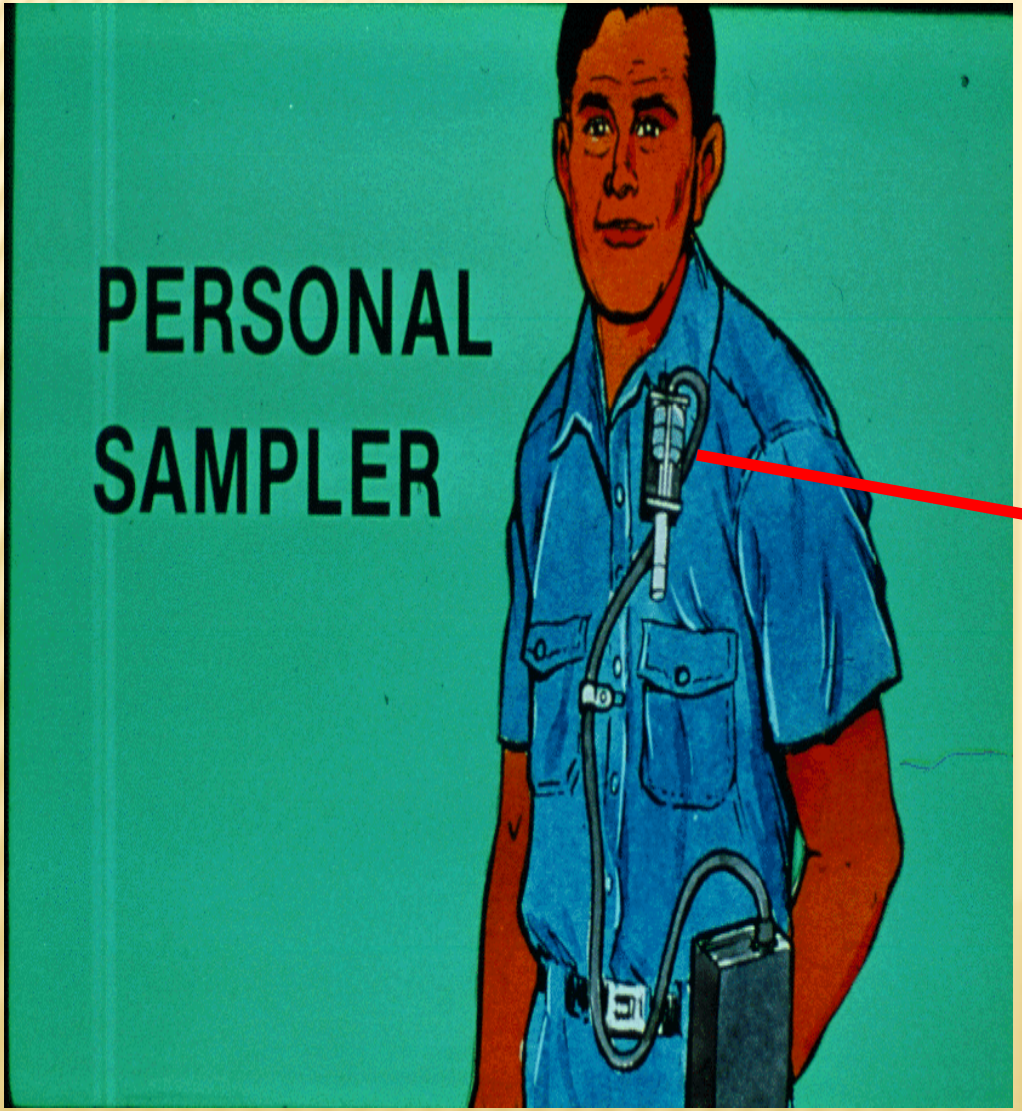


Figure 1. Schematic diagram of a cyclone.

نمونه برداری از ذرات قابل استنشاق با استفاده از سیکلون



سیکلون آلومینیومی

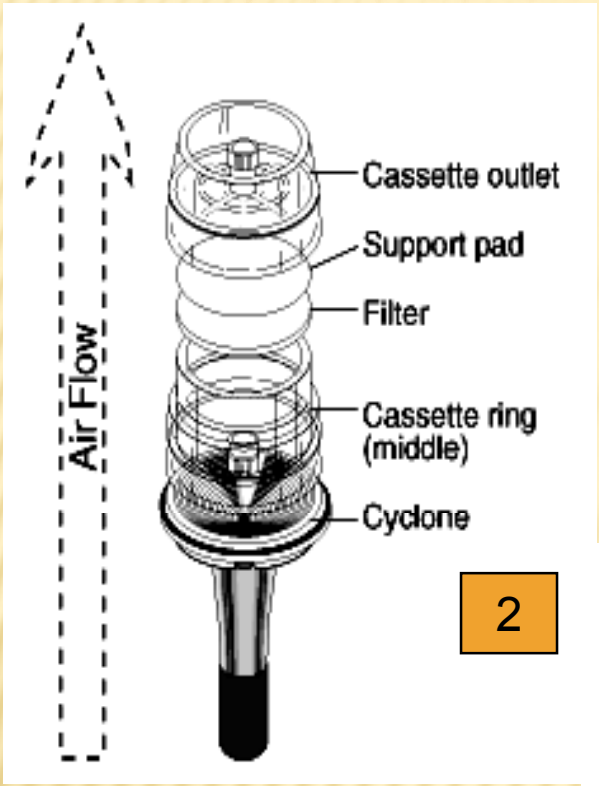
- نمونه بردار سبک ذرات قابل استنشاق که به همراه فیلتر کاسکد سه بخشی مورد استفاده قرار می گیرد. جنس فیلتر، پورسایز و پد پشتیبان فیلتر براساس روش نمونه برداری مشخص می گردد. ذرات قابل استنشاق برای آنالیز بر روی فیلتر جمع آوری می شوند، درصورتیکه ذرات درشت تر در انتهای سیکلون جمع آوری می شوند. این سیکلون ها در دو سایز ۲۵mm و ۳۷mm ساخته شده اند. ساختار آلومینیومی آن اثرات الکترواستاتیکی روی ذرات را از بین می برد.
- در سه فلوی نمونه برداری قابل استفاده است که هرکدام دارای راندمان خاصی هستند بدین صورت که:

$F= 2.5\ lit/min \rightarrow D_{50}= 4\mu m$

$F= 1.9\ lit/min \rightarrow D_{50}= 5\ \mu m$

$F= 2.8 lit/min \rightarrow D_{50}= 3.5\ \mu m$

ALUMINIUM CYCLONE

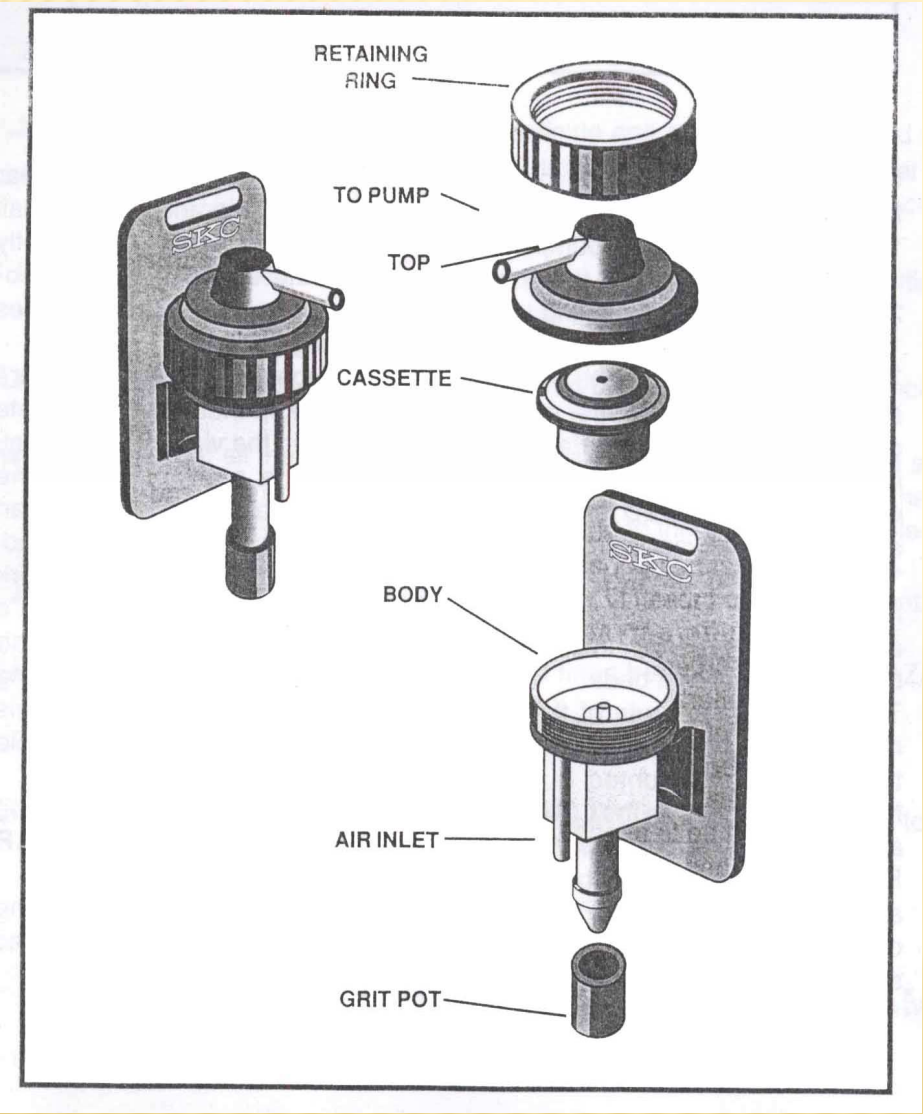


2

1

3

سیکلون های پلاستیکی



- یکی از نمونه بردارهایی است که برای جمع آوری گردوغبار قابل استنشاق توصیه گردیده است. شدت جریان هوای عبوری از سیکلون برابر با ۱٫۷ لیتر در دقیقه بوده و قادر است کلیه ذرات کوچکتر از ۷ میکرون را جدا نموده و بر روی فیلتر ته نشین نماید. برای ذرات با قطر ۵ میکرون دارای راندمان ۵۰٪ است. کلیه ذرات درشت تر از ۷ میکرون نیز جداشده و در مخزنی در پائین سیکلون ته نشین می شوند.

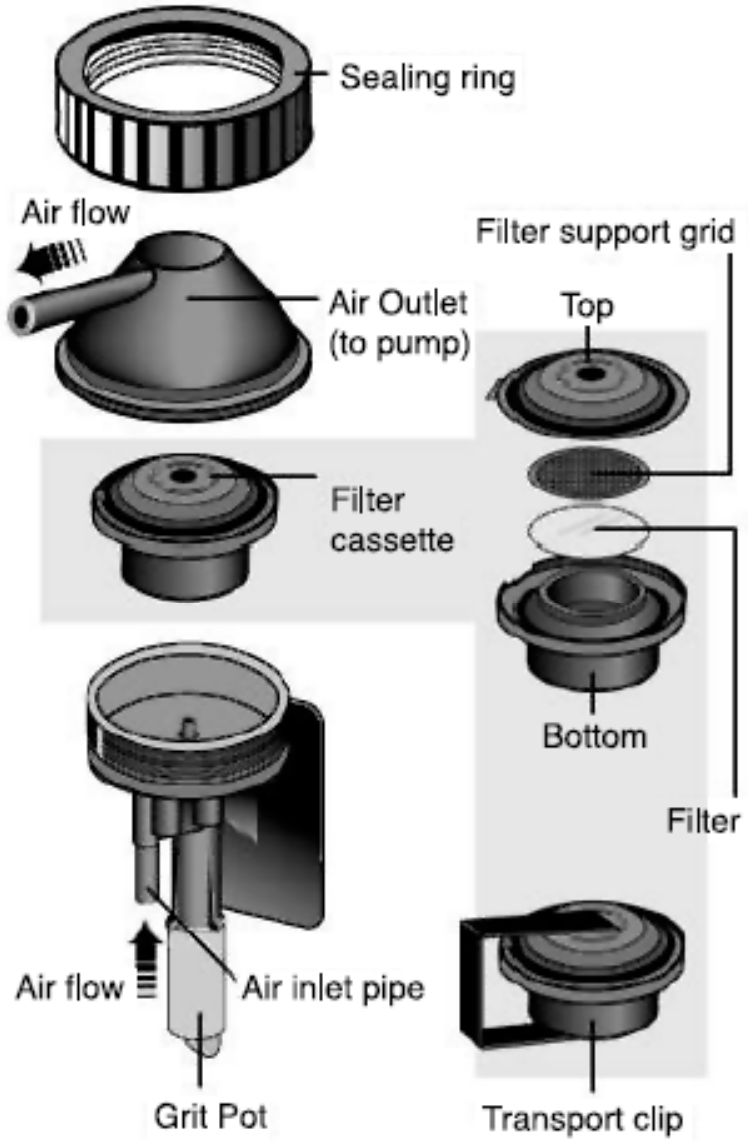
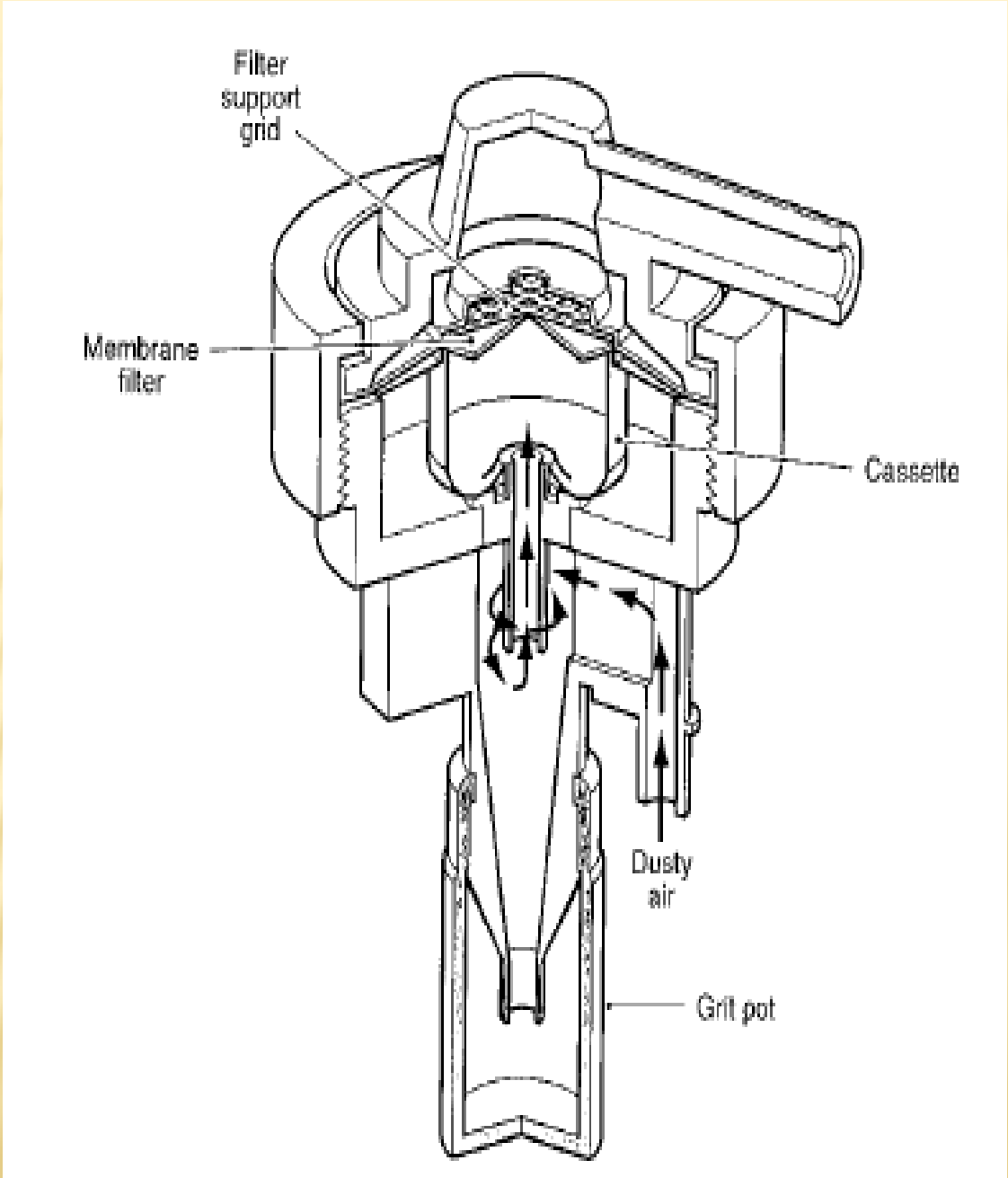


Figure 2.46 Exploded view of a respirable dust cyclone. (SKC)


Filter
support
grid
Membrane
filter
Cassette
Dusty
air
Grit pot

NYLONE CYCLONE

Nylon

Higgins-Dewell

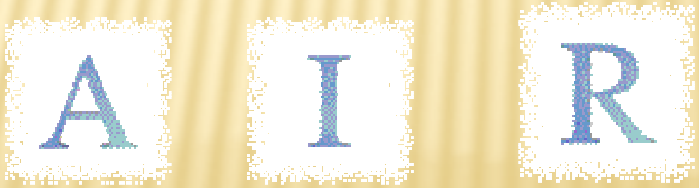
CYCLONE

Spinning with centrifugal force

Cut-point? ✖

Cyclone? ✖

Flow Rate? ✖



CYCLONES LISTED IN CURRENT NIOSH METHODS

Aluminum

at 2.5 L/min

Cat. No. 225-01-02

- Each cyclone has different operating specifications and performance criteria.
- Be sure you know the flow rate specified to achieve the desired cut-point before using a cyclone.

FIRST THORACIC NIOSH METHOD

THORACIC CYCLONE

Metalworking Fluids

- NIOSH Method 5524, Issue 1 specifies a

  2-um PTFE filter in a

  37-mm filter cassette with an optional thoracic particulate sampler.

جمع آوری ذرات از طریق برخورد

- اساس این روش :
- هرگاه جریان هوای حاوی ذرات به صفحه ای برخورد کند، در جهت جریان تغییر ناگهانی ایجاد می شود و ذرات نمی توانند مسیر حرکت هوا را تعقیب نمایند و در نتیجه بر روی سطح جمع آوری می شوند.
- به وسایلی که بر اساس پدیده برخورد به سطح جامد کار می کنند ایمپکتور گفته می شود.
- ایمپکتورها معمولا چند صفحه ای ساخته می شوند تا ذراتی را که اندازه های مختلفی دارند، در صفحات مختلف جمع آوری نمایند.
- کونیمتر و کاسکید ایمپکتور نمونه ای از وسایل این گروه هستند.

نمونه برداری از سیلیس

در میان ترکیبات سیلیس ترکیب سیلیس آزاد (SiO_2) خطرناک است. سیلیس آزاد سیلیسی است که با هیچ عنصر ساده یا مرکب دیگری ترکیب نشده باشد. استفاده از کلمه آزاد برای مشخص نمودن از لفظ مرکب است. کوارتز، کریستوبالیت انواع سیلیس آزاد هستند، بعنوان مثال سیلیس موجود در میکا و سیلیس هایی که با عناصر دیگر ترکیب شده اند مرکب هستند و خطر آنان اندک است.

نمونه برداری از ذرات سیلیس

- ۱ – فیلتر PVC (خلل و فرج ۵ میکرون)، قبل از نمونه برداری در دسیکاتور گذاشته و توزین می گردد.
- ۲ – فیلتر در نگهدارنده گذاشته شده و به یک طرف سیکلون نایلونی ۱۰ میلی متری وصل شده و از سوی دیگر با لوله های انعطاف پذیر به پمپ نمونه برداری وصل می گردد.
- ۳ – نمونه گیر (سیکلون نایلونی و فیلتر) به یقه کارگر در مجاورت محدودهٔ تنفسی وی وصل شده و عمل نمونه برداری با دبی ۷/۱ لیتر در دقیقه به منظور تهیه حجم هوای ۴۰۸ تا ۸۱۶ لیتر انجام می گیرد. بایستی در طی نمونه برداری مواظب سیکلون بود تا وارونه نگردد.

نمونه برداری

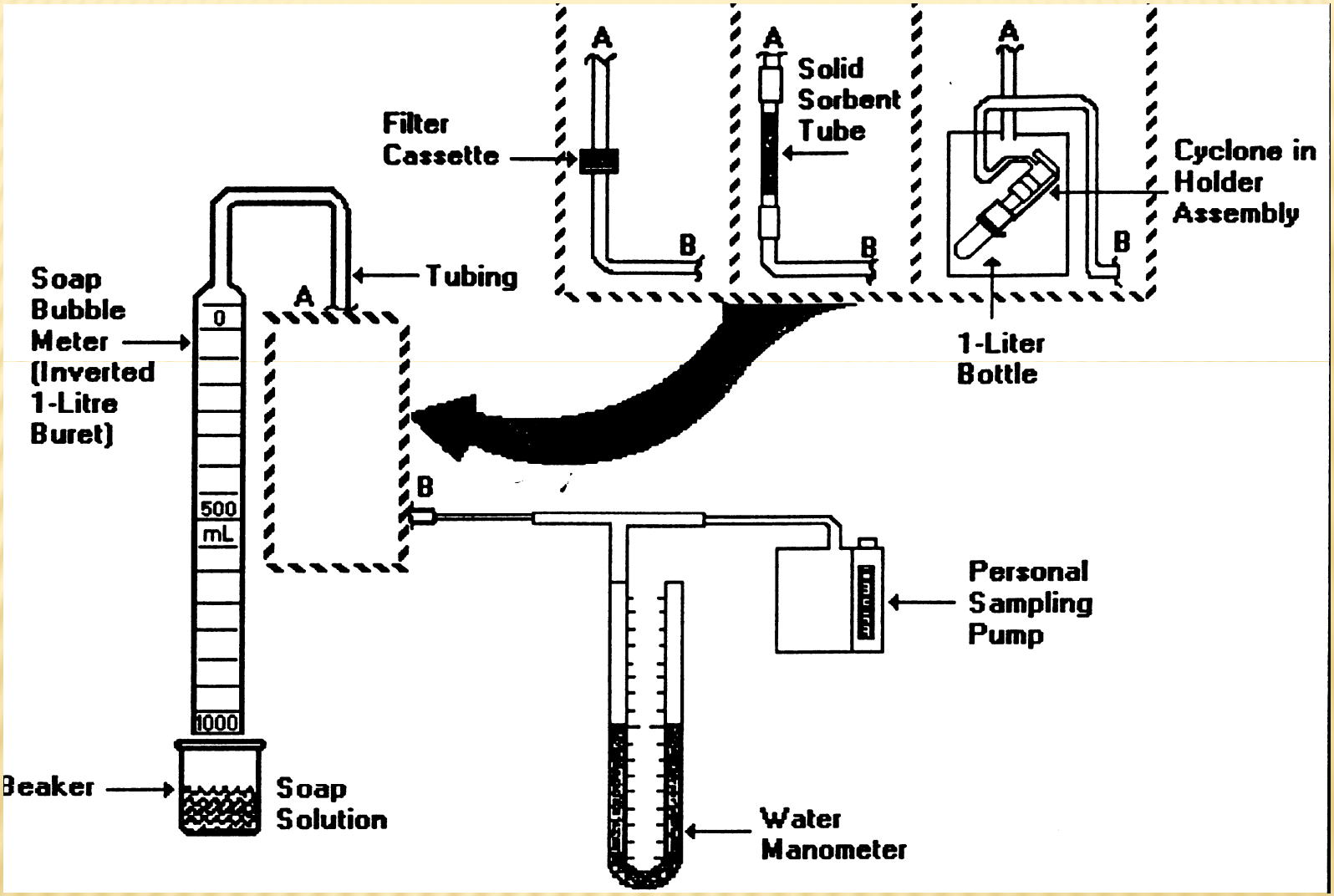
- ۴ – در طی عمل نمونه برداری بایستی مواظب بود که فیلتر بار اضافه به خود نگرفته و بیش از ۳ میلی گرم آلاینده بر روی فیلتر جمع نشود.

- ۵ – پس از پایان نمونه برداری ، فیلتر را از نگهدارنده برداشته آنرا وزن نموده آنگاه آنرا مجدداً در نگهدارنده گذاشته تا عمل آماده سازی جهت تجزیه روی آن انجام گیرد.

Sealing ring
Air flow
Air outlet
(to pump)
Filter support grid
Top
Filter
cassette
Bottom
Filter
Air
inlet pipe
Air flow
Grit Pot
Transport clip

روش کالیبراسیون

- روتامتر
- روش حباب صابون


A
A
A
Solid
Sorbent
Tube
Filter
Cassette
Cyclone in
Holder
Assembly
B
B
B
Soap
Bubble
Meter
(Inverted
1-Litre
Buret)
Tubing
A
1-Liter
Bottle
0
500
mL
1000
B
Personal
Sampling
Pump
Beaker
Soap
Solution
Water
Manometer

آماده سازی نمونه ها

- نمونه برداری از ذرات و تجزیه به روش وزنی
- نمونه برداری از ذرات بلورین و تجزیه به روش XRD
- آماده سازی نمونه در نمونه برداری از ذرات بلورین
- آماده سازی نمونه های استاندارد
- تجزیه

مقادیر حدتراکم مجاز برحسب میانگین زمان مواجهه (TLV-TWA)

- مقادیری از مواد شیمیایی که کارگر می‌تواند به مدت ۸ ساعت کار در روز و یا ۴۰ ساعت کار در هفته با آن در تماس بوده و هیچگونه اثرات زیان‌آوری در طول تماس مکرر در او دیده نشود.

$$TWA = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + C_3T_3 + \ldots + C_nT_n}{8}$$

$$\frac{C_1}{T_1} = 1, \frac{C_2}{T_2} = 1, \frac{C_3}{T_3} = 1, \ldots\ldots, \frac{C_n}{T_n} = 1$$

مقادیر حدتراکم مجاز برای مخلوط مواد شیمیایی

- هنگامی که تعداد مواد مخاطره آمیز در محیط کار دو یا بیشتر است و اثر آنها بر بدن مشابه یکدیگرند، TLV مخلوط از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$\frac{C_1}{T_1}+\frac{C_2}{T_2}+\frac{C_3}{T_3}+.....+\frac{C_n}{T_n}=1$$

- هنگامی که مواد شیمیایی مختلف در محیط کار بوده و هر کدام اثرات سمی مختلفی بر بدن می‌گذارند، در این صورت هر ماده را بایستی جداگانه در نظر گرفت و حاصل هر کدام از روابط ذیل نباید از ۱ بیشتر شود. در غیر این صورت از استاندارد تجاوز نموده است.

$$\frac{C_1}{T_1} = 1, \frac{C_2}{T_2} = 1, \frac{C_3}{T_3} = 1, \ldots\ldots, \frac{C_n}{T_n} = 1$$

نمونه برداری از ترکیبات فلزی

- پمپ نمونه‌برداری در حالیکه وسیله نمونه‌گیر به آن متصل است با استفاده از روتامتر (که از قبل تنظیم شده) و یا پیستون بدون اصطکاک کالیبره می‌گردد.
- ۲ - فیلتر نمونه‌برداری در نگهدارنده گذاشته شده و به پمپ نمونه‌برداری وصل می‌گردد.
- ۳ - عمل نمونه‌برداری با توجه به دبی ۱ تا ۳ لیتر در دقیقه انجام گرفته و وزن ترکیب فلزی جمع‌آوری شده نباید از ۲mg تجاوز نماید.
- ۴ - چنانچه هدف، نمونه‌برداری فردی است، وسیله نمونه گیر به یقه کارگر در مجاورت دستگاه تنفس وی وصل می‌گردد.
- ۵ - یک نمونه بعنوان شاهد انتخاب کرده و کلیه عملیاتی که بر روی نمونه اصلی انجام می‌گیرد، بر روی نمونه شاهد نیز انجام داده به جز آنکه هوا از روی آن عبور داده نمی شود.