อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ
(Safety Equipment)

Introduction

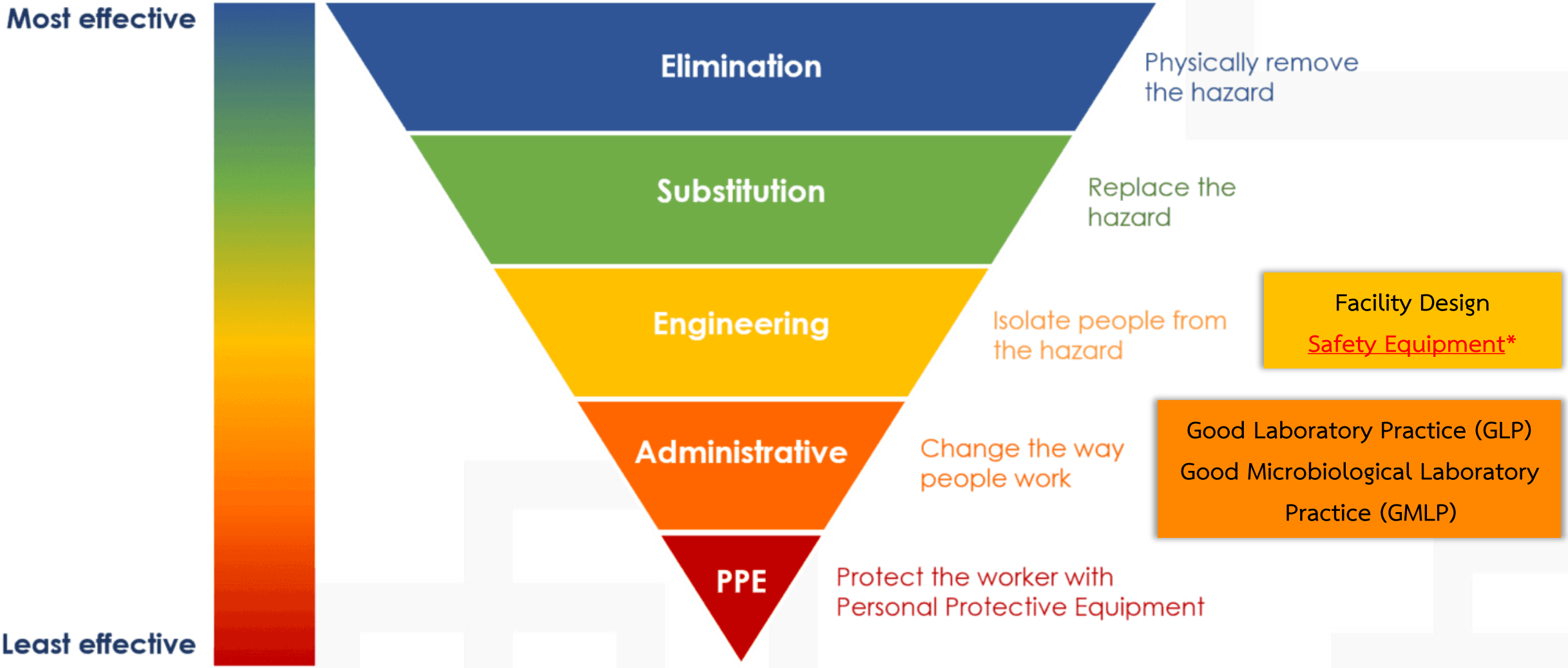
วัตถุประสงค์

เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับหลักการ ประเภท การเลือกใช้งาน การใช้งานและการบำรุงรักษาอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย

หัวข้อบรรยาย

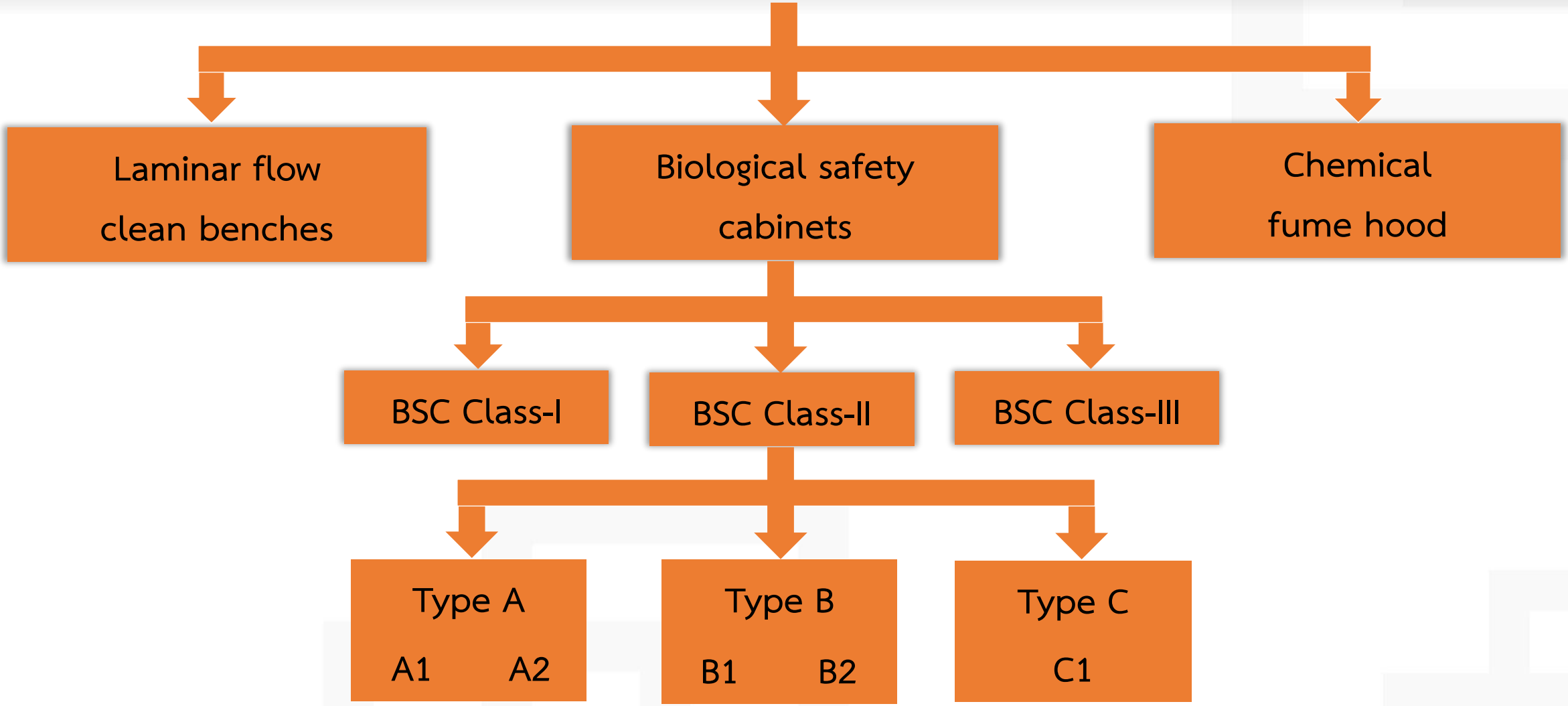
1. ตู้ชีวนิรภัย (Biological safety cabinet : BSC) Clean Bench และ Fume hood
2. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)

มาตรการลดความเสี่ยง

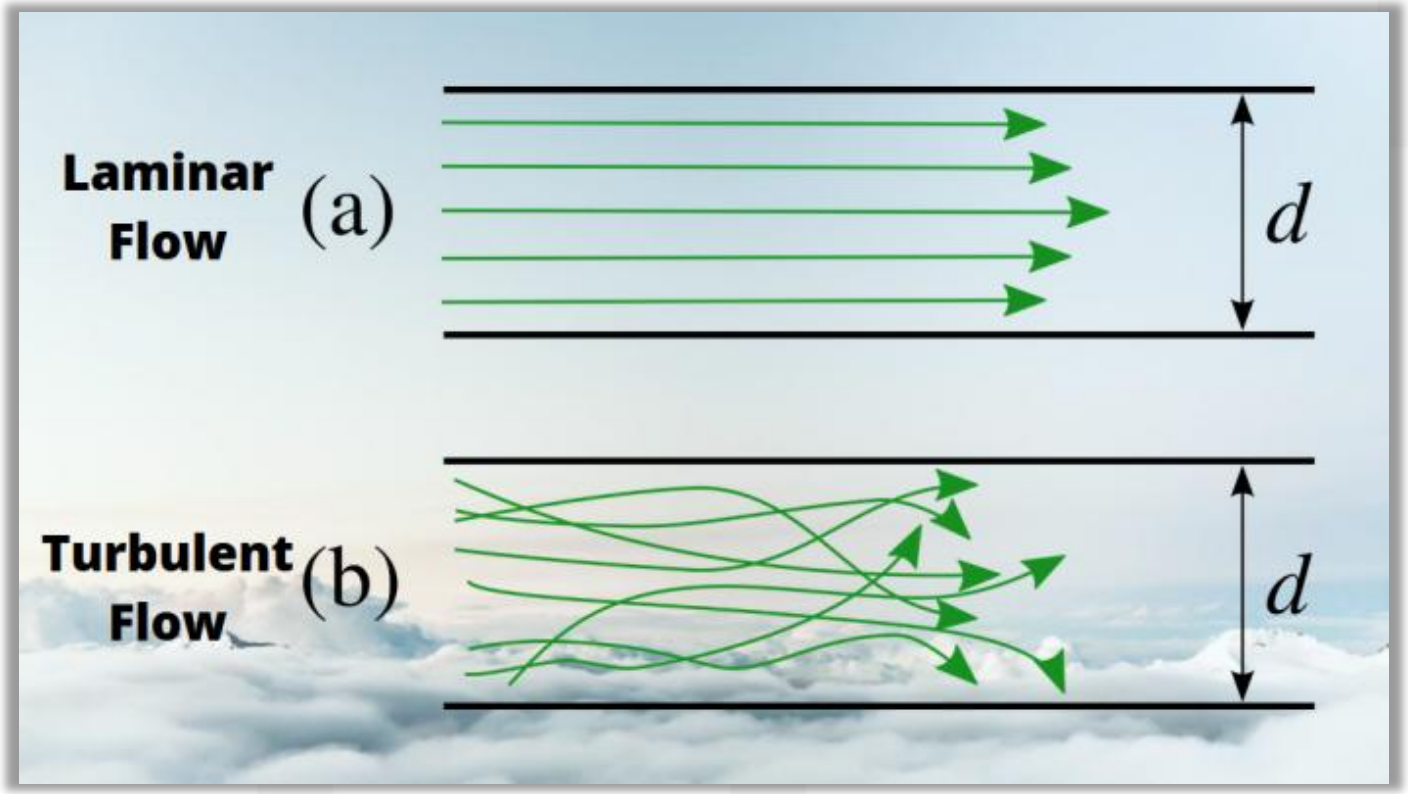


https://fullsupporthealthcare.com/wp-content/uploads/2019/08/hierarchy-of-controls-1870x917-1.png

ตู้ควบคุมแรงลม (Ventilated Engineered Hood)



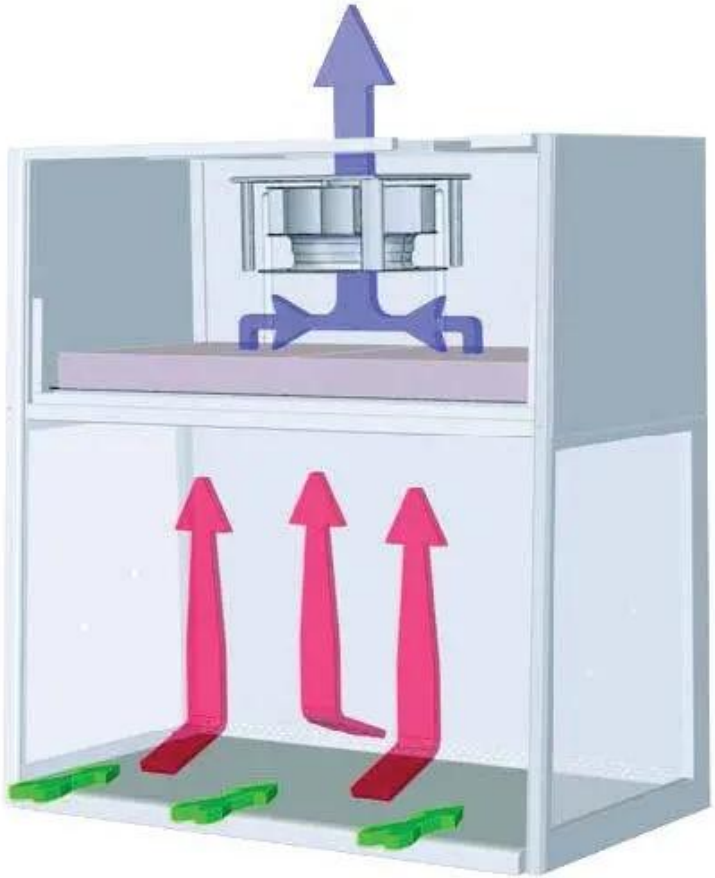
รูปแบบการไหลเวียนของอากาศ



https://sciencetrends.com/wp-content/uploads/2018/04/7d5299ec-flow-700x394.png

ตู้ดูดควัน (Chemical fume hood)

<u>วัตถุประสงค์การใช้งาน</u> : ป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากสารเคมีอันตราย สารเคมีไอระเหย และสารเคมีไวไฟ



https://i0.wp.com/fumehoodsinstock.com/wp-content/uploads/2017/12/ductless-fume-hoods-2.jpg?fit=425%2C496&ssl=1

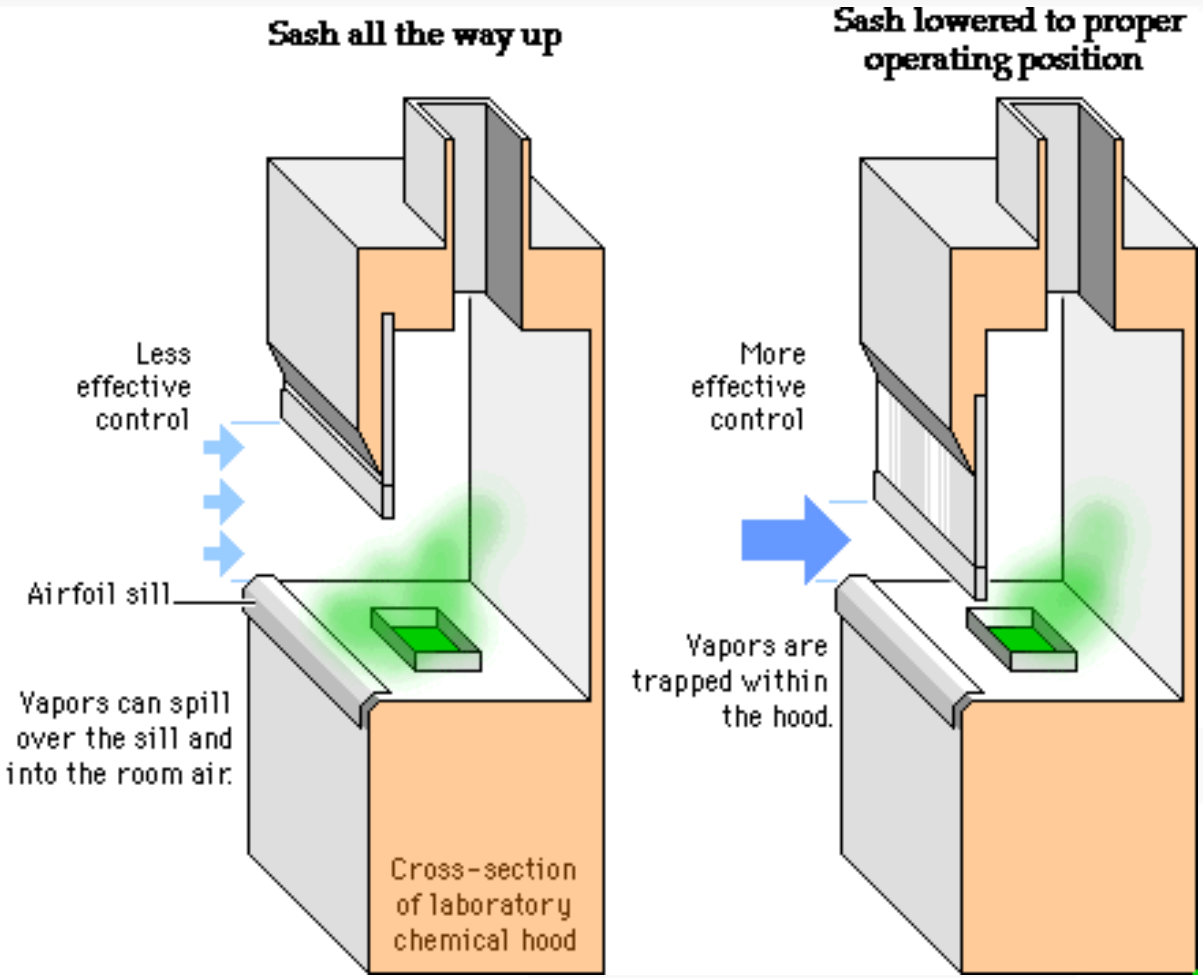
: ไม่มีระบบป้องกันการปนเปื้อน

<u>ไม่ควร</u> ใช้กับงานที่ต้องการความสะอาด

: ไม่มีระบบป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อจุลชีพก่อโรค

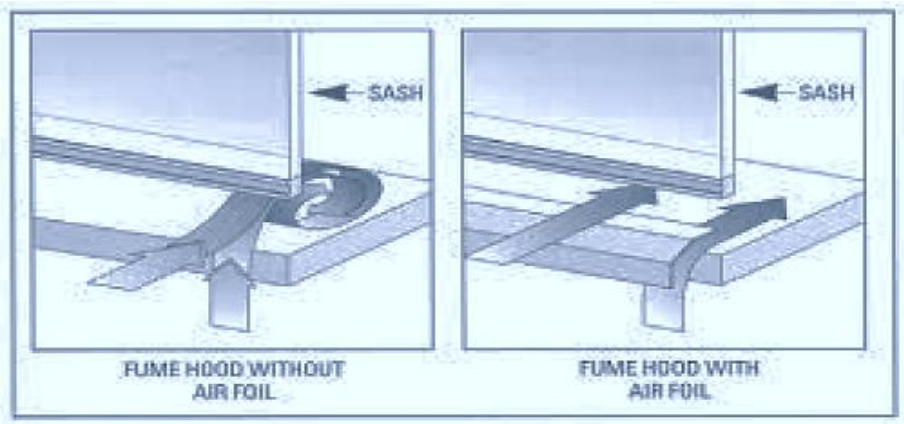
<u>ไม่ควร</u> ใช้กับการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเชื้อจุลชีพก่อโรค

ตู้ดูดควัน (Chemical fume hood) : ข้อควรระวังในการใช้



https://protectthelungs.weebly.com/fume-cupboards.html

Don't put your head in the hood

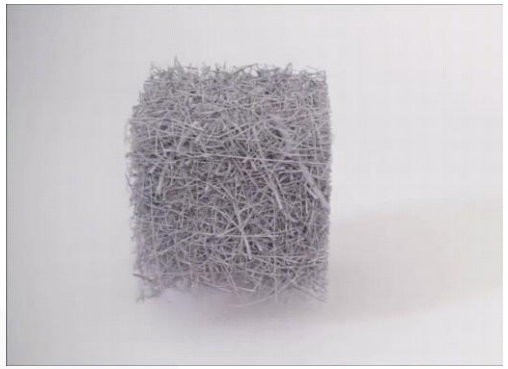


ไม่ควรดัดแปลงตู้ เช่น เคลื่อนย้าย air foil

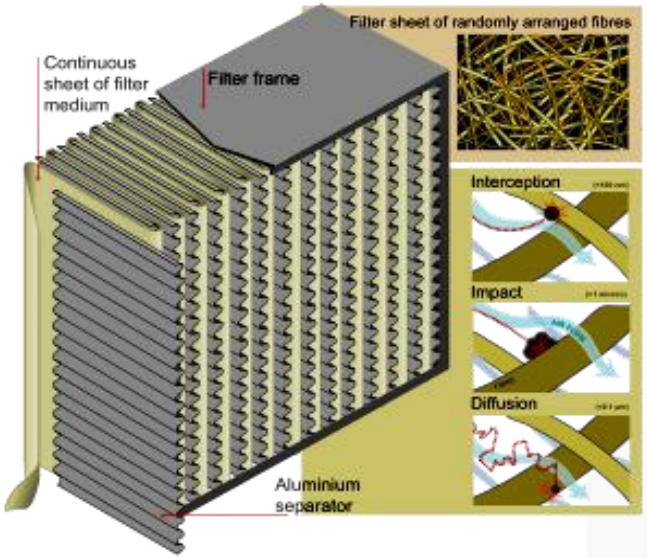
Type of Cabinets

- Laminar flow clean benches
- Biological safety cabinets
- Chemical fume hood

High Efficiency Particulate Air



- เป็นตัวกรองแบบแห้งที่สามารถถอดเปลี่ยนได้
- ทำจากเส้นใย borosilicate ที่รวมเป็นแผ่นบาง 3 มิติเชิงซ้อน จึงสามารถดักจับอนุภาคต่าง ๆ ได้
- HEPA มีพับซ้อนเป็นชั้นจำนวนมาก เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสสำหรับดักจับ โดยมี aluminum separator ลักษณะคล้ายลูกฟูกวางอยู่ระหว่างชั้นของแผ่นกรอง เพื่อให้อากาศสามารถไหลผ่านเข้าไปถึงส่วนของรอยจีบได้



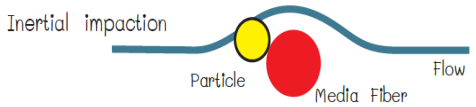
Graphic modified from : Atlas Copco Compressor Technique ; 3D filtration principles : https://www.youtube.com/watch?v=AuVbcvPcjAw

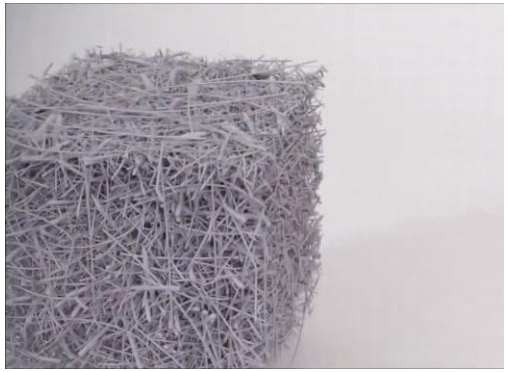
หลักการกรองอนุภาคของ HEPA

Inertial impaction

การกระทบด้วยแรงเฉื่อย

(> 0.3 µm)

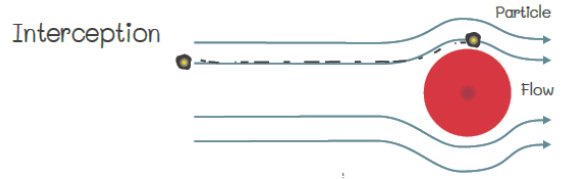


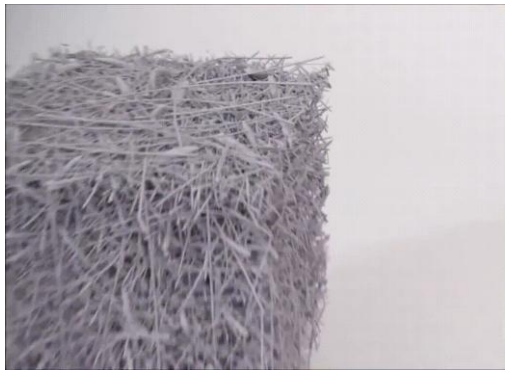


Interception

การสกัดกั้น

(0.1 - 0.3 µm)

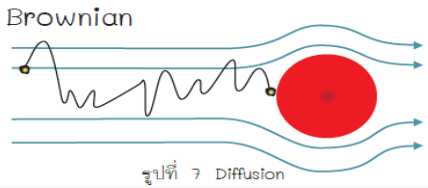




Diffusion

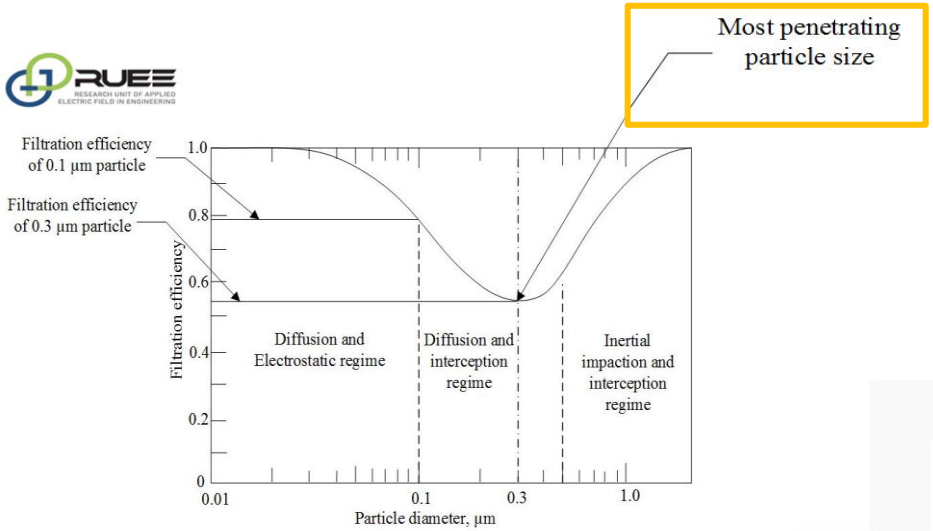
การแพร่กระจาย

(< 0.1 µm)



Electrostatic

ไฟฟ้าสถิต



Graphic modified from : Atlas Copco Compressor Technique ; 3D filtration principles : https://www.youtube.com/watch?v=AuVbcvPcjAw

Assoc.Prof.Dr. Panich Intra ; Research unit of applied electric field in engineering, RMUTL

ชนิดประสิทธิภาพของแผ่นกรอง HEPA

1. HEPA (High Efficiency Particulate Air) Filters

An extended-medium, dry-type filter in a rigid frame, when tested at a rated airflow having minimum particle collection efficiency 99.95% on 0.3-micron particles.

2. ULPA (Ultra Low Penetration Air) Filters

A throwaway, extended-medium, dry-type filter in a rigid frame, having a minimum particle collection efficiency of 99.999% when tested in accordance with IEST-RP0CC007

3. SULPA (Super Ultra Low Penetration Air) Filters

Same as an ULPA filter but having a collection efficiency of 99.9999% and designated as a type "G" filter by IEST-RP-CC001.4

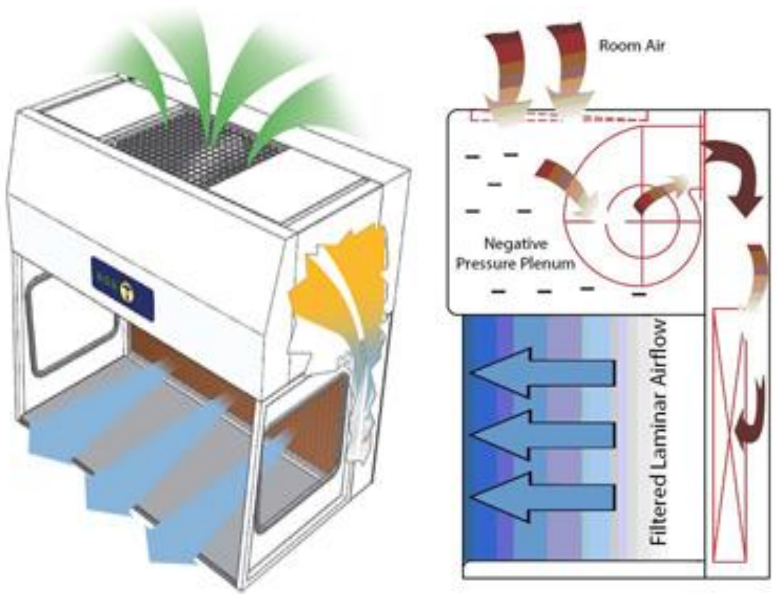
HEPA class	retention (total)	retention (local)
E10	> 85 %	---
E11	> 95 %	---
E12	> 99.5 %	---
H13	> 99.95 %	> 99.75 %
H14	> 99.995 %	> 99.975 %
U15	> 99.9995 %	> 99.9975 %
U16	> 99.99995 %	> 99.99975 %
U17	> 99.999995 %	> 99.9999 %

IEST - Institute of Environmental Sciences and Technology (USA)

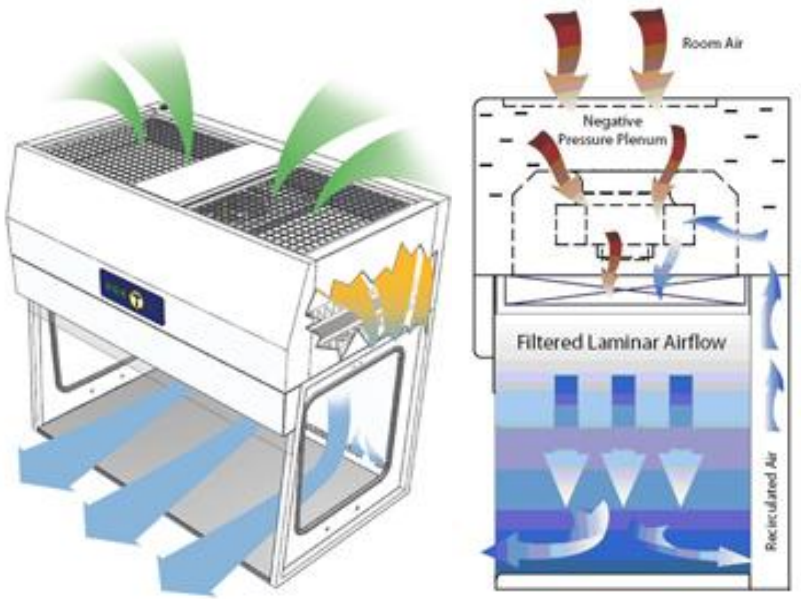
Laminar flow clean benches

วัตถุประสงค์การใช้งาน

- ปกป้องผลิตภัณฑ์ (ไม่ปกป้องผู้ปฏิบัติงาน)
- ไม่เหมาะสม กับการปฏิบัติงานกับงานที่มีความเสี่ยงทางชีวภาพ

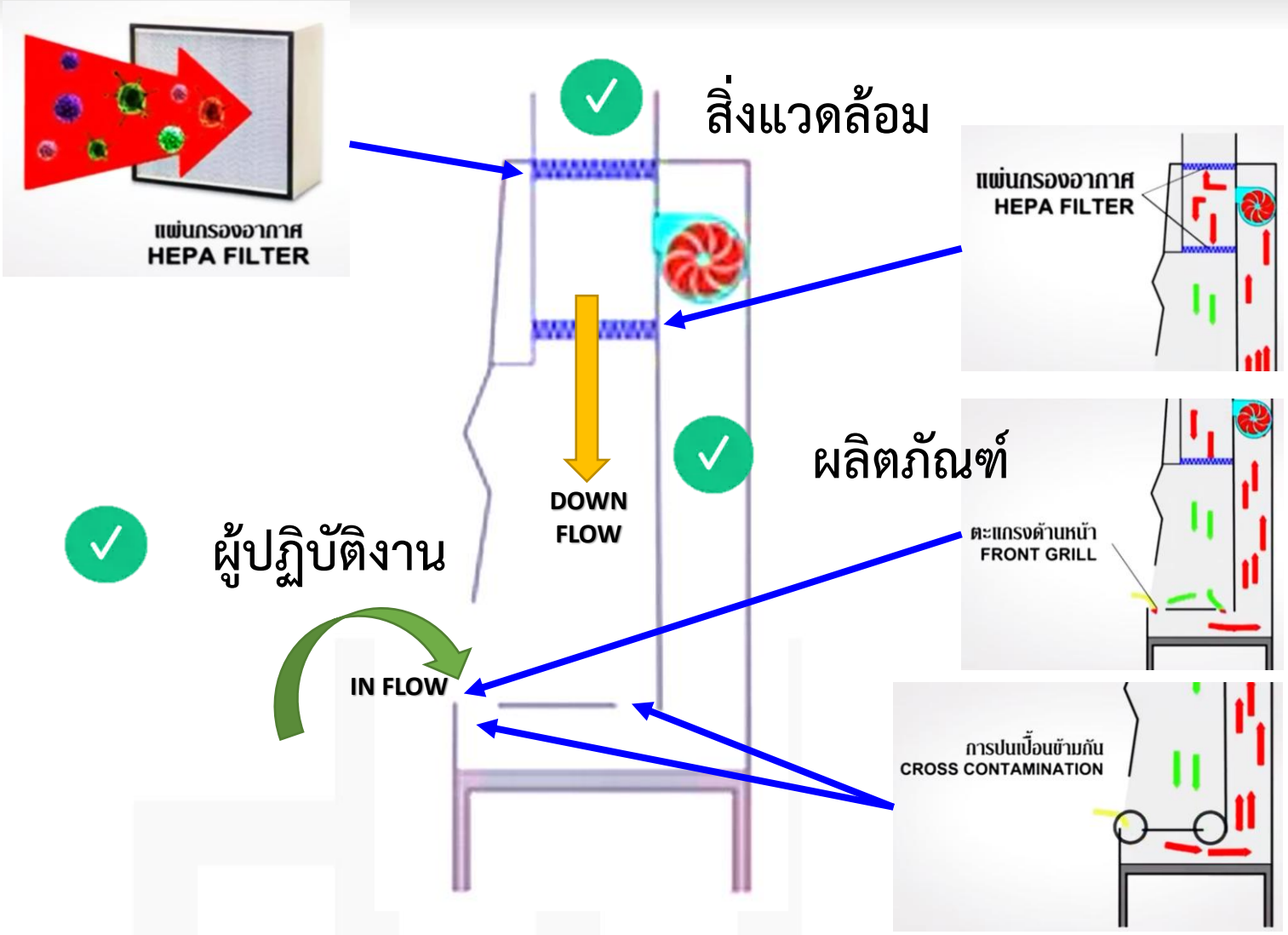


Horizontal type

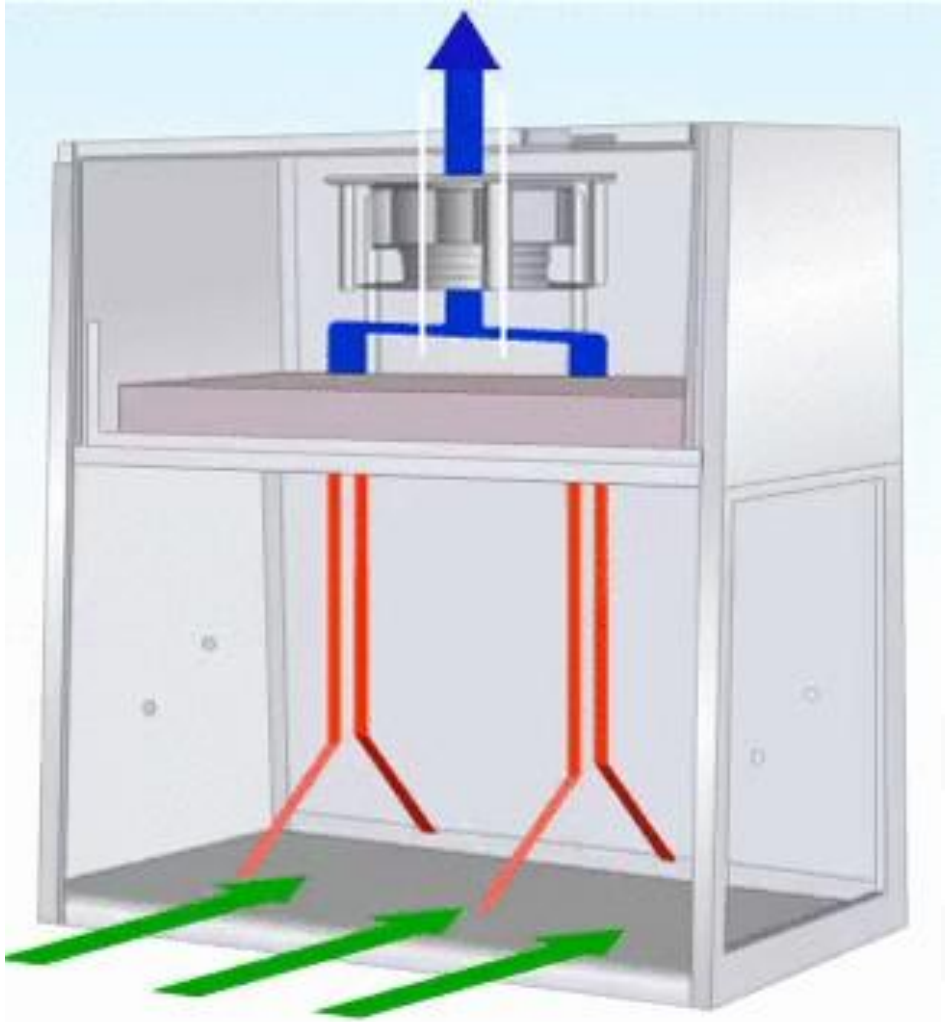


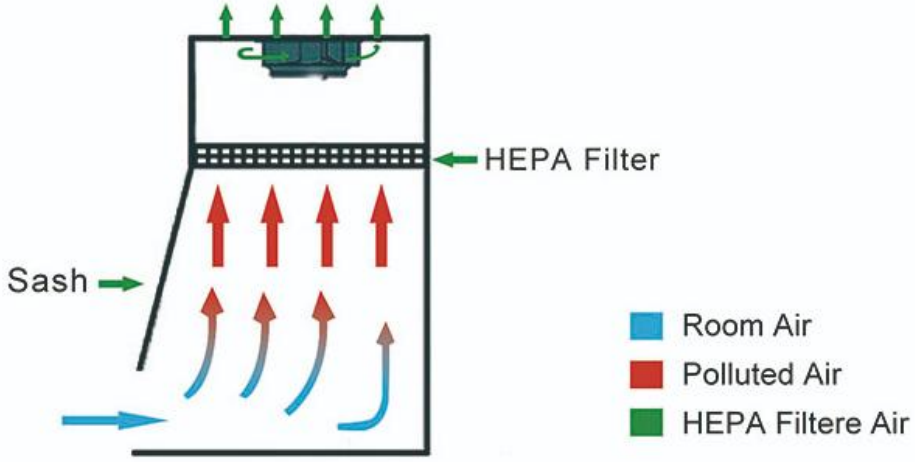
Vertical type

ตู้ชีวนิรภัย (Biological Safety Cabinet : BSC)



ตู้ชีวนิรภัย : Class I





Class I

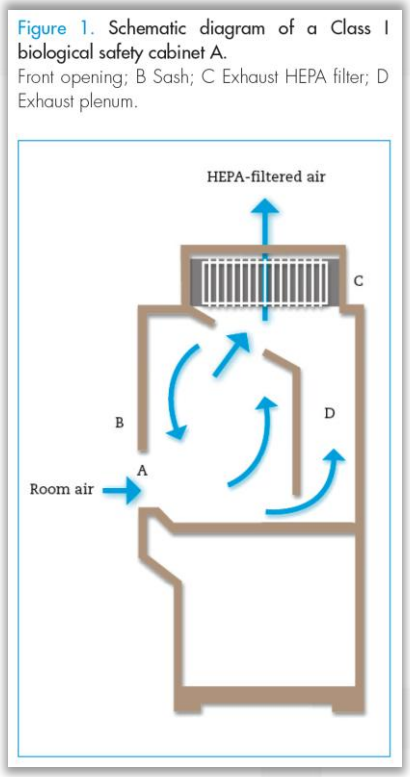
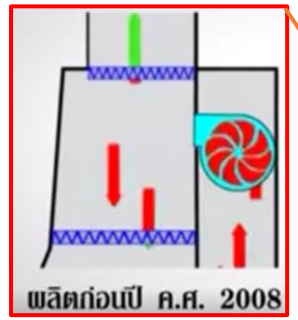
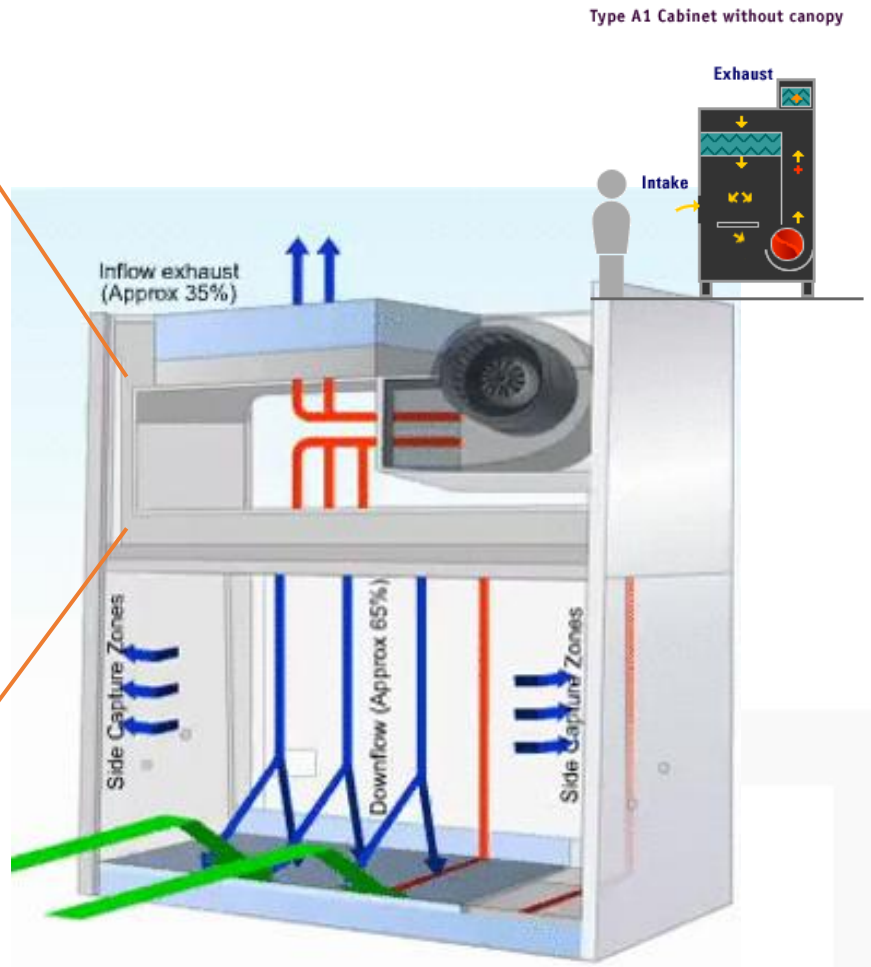


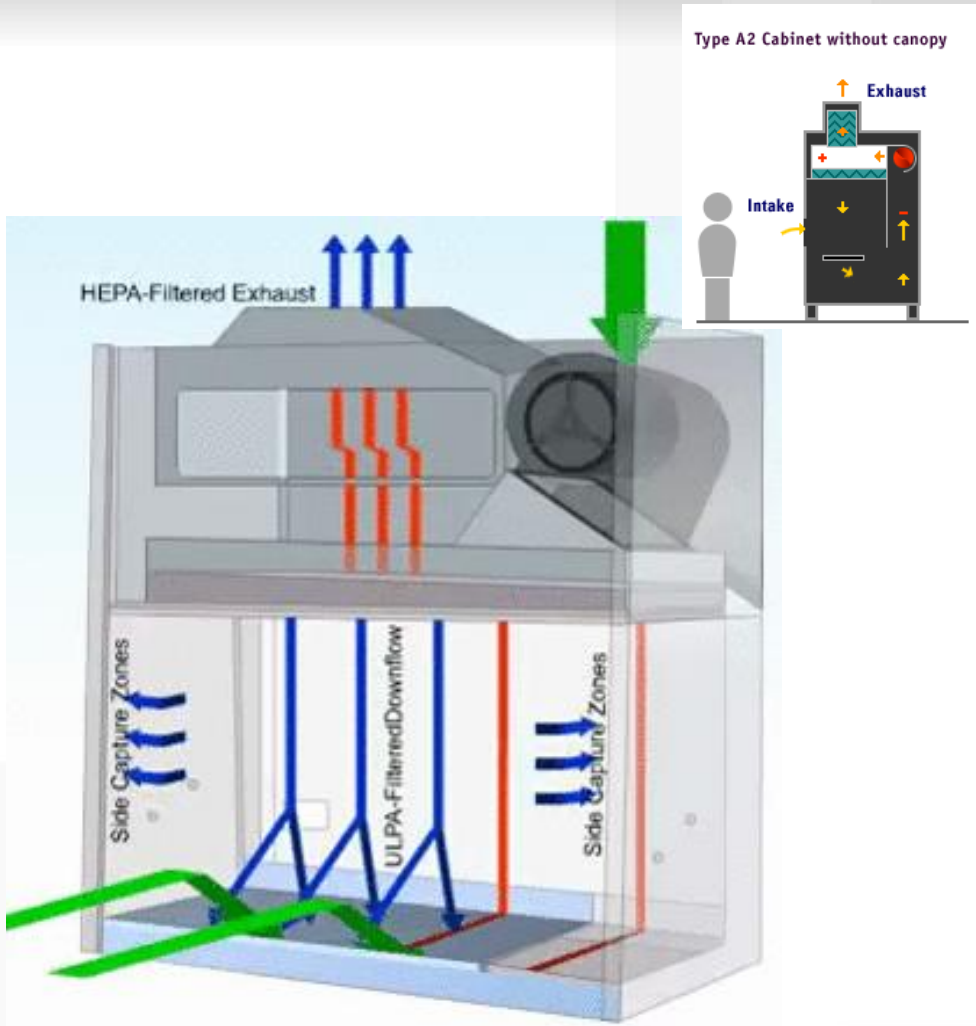
Figure 1. Schematic diagram of a Class I biological safety cabinet A.
Front opening; B Sash; C Exhaust HEPA filter; D Exhaust plenum.

ตู้ชีวนิรภัย : Class II Type A



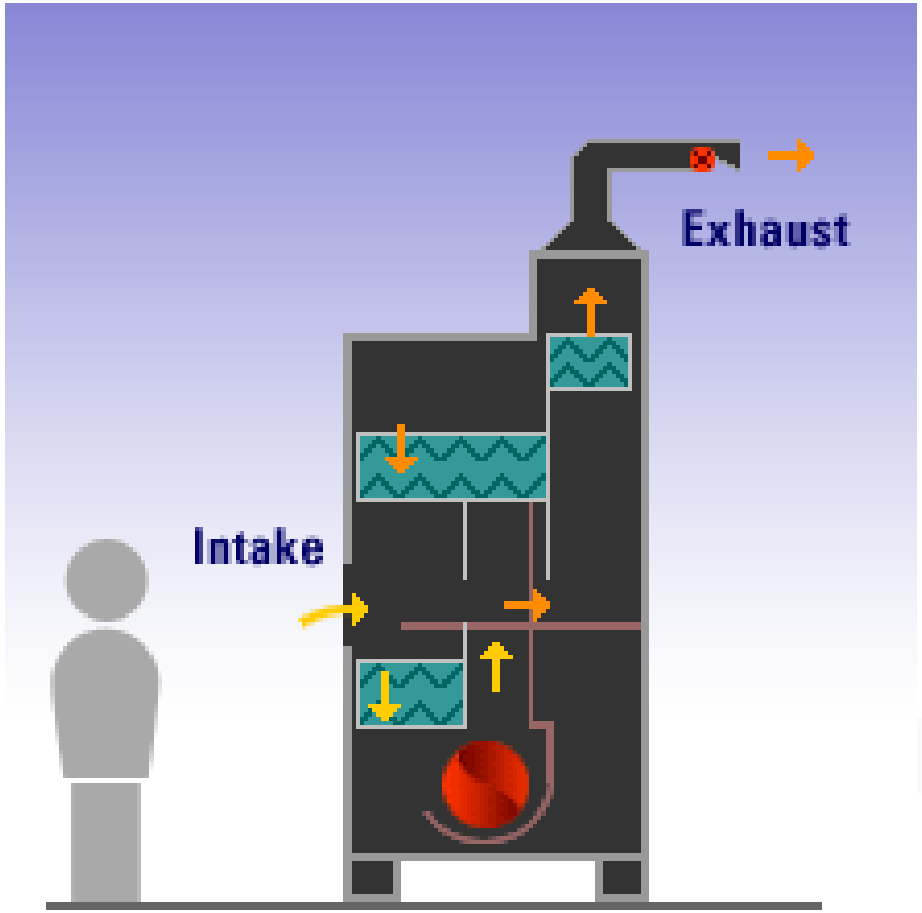


Class II type A1

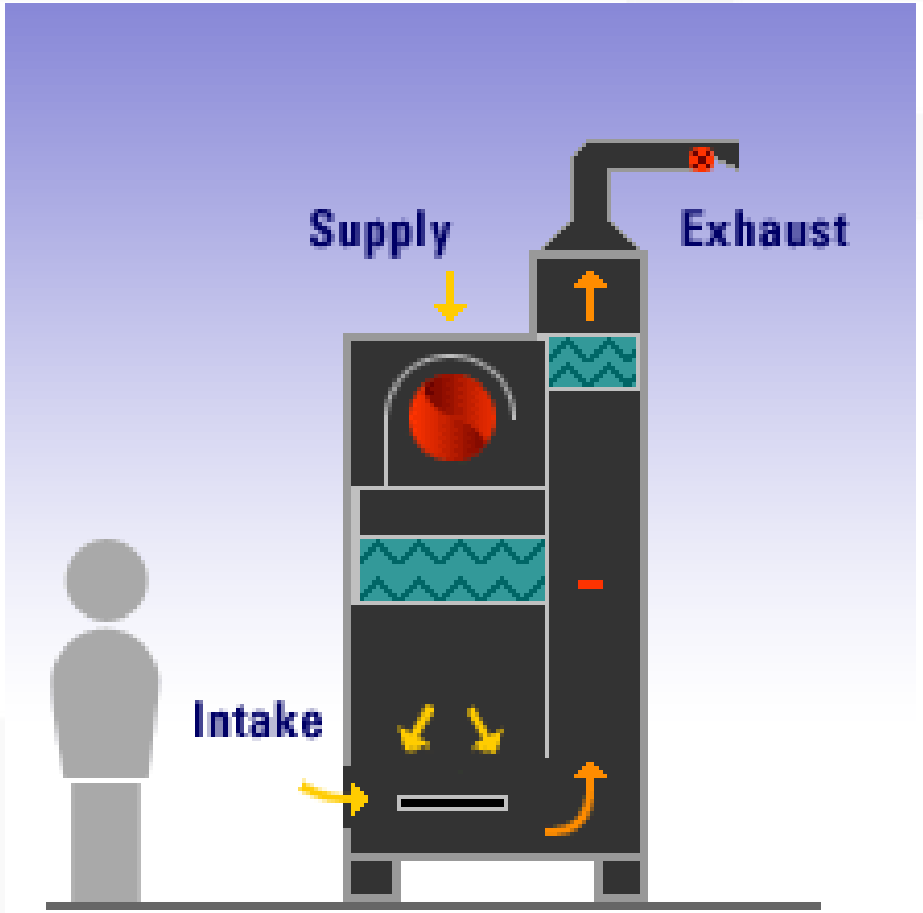


Class II type A2

ตู้ชีวนิรภัย : Class II Type B



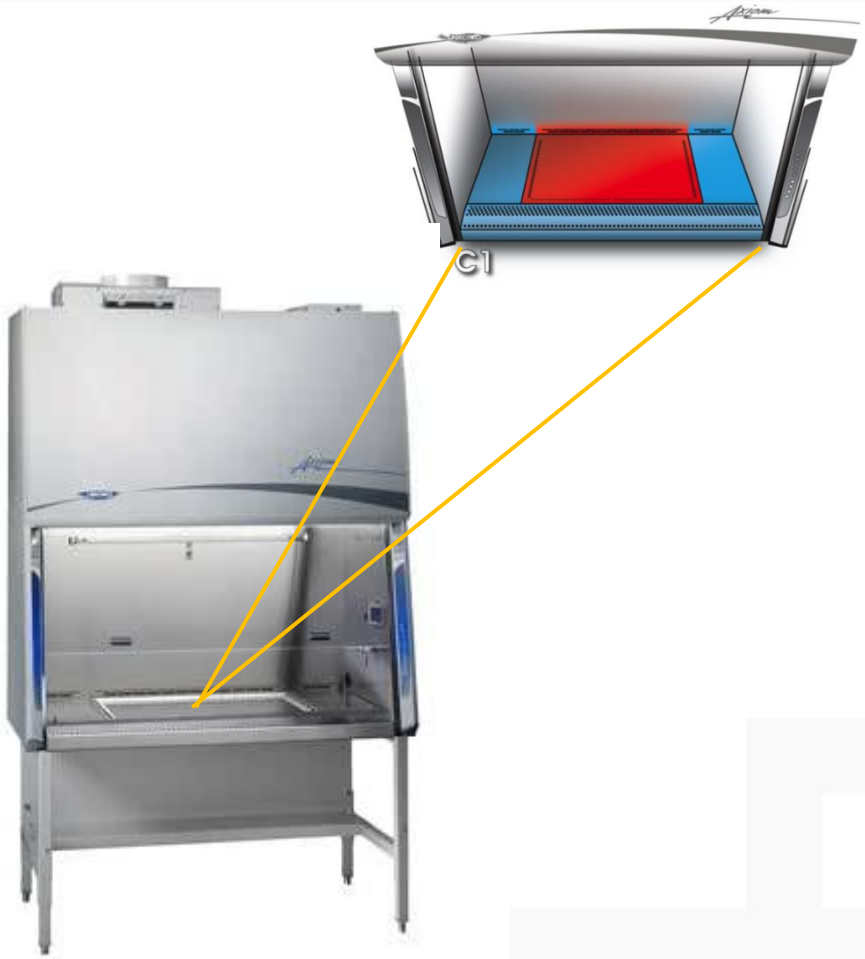
Class II type B1

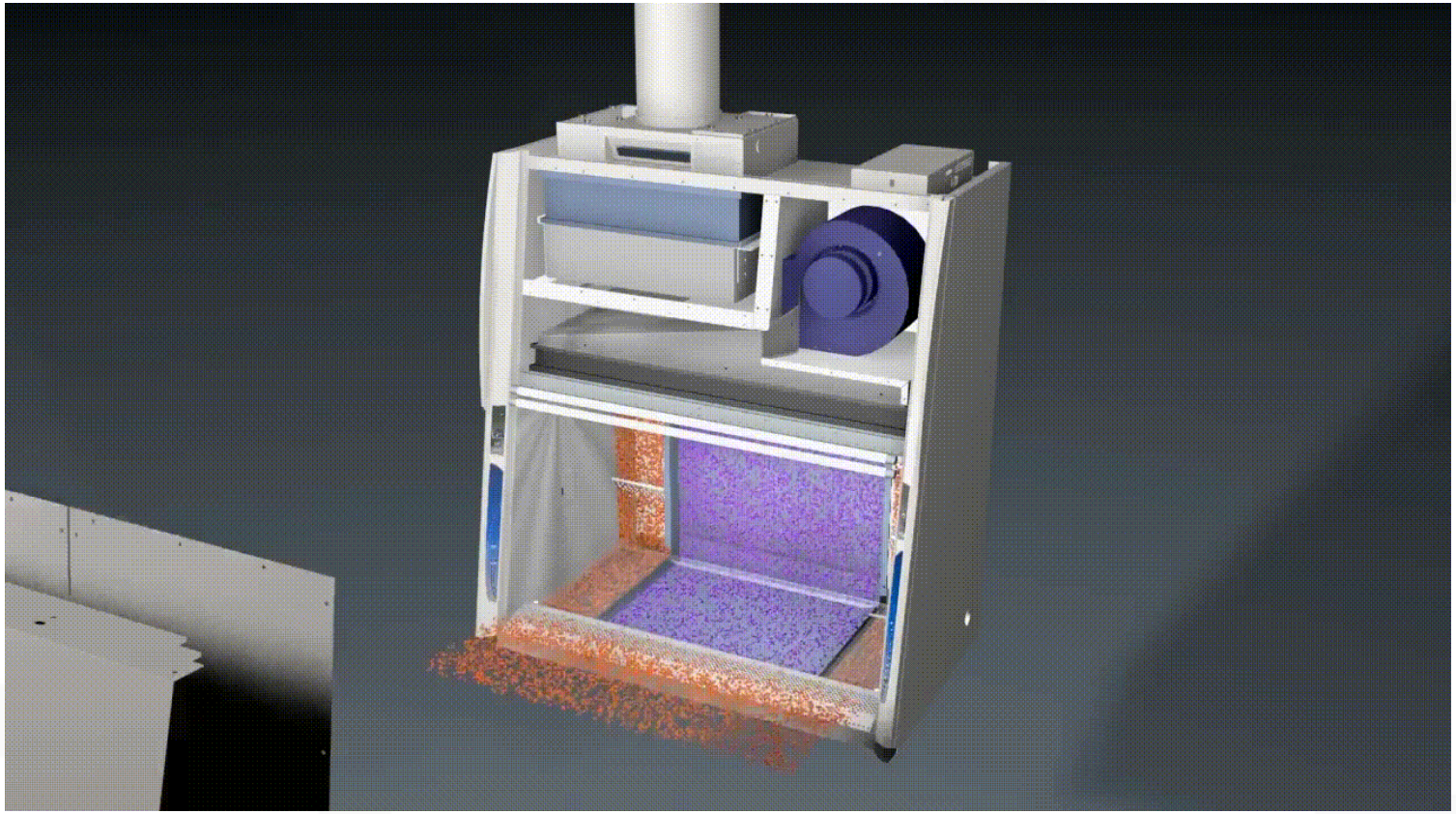


Class II type B2

https://www.research.usf.edu/dric/biosafety/safety-cabinets-course

ตู้ชีวนิรภัย : Class II Type C1

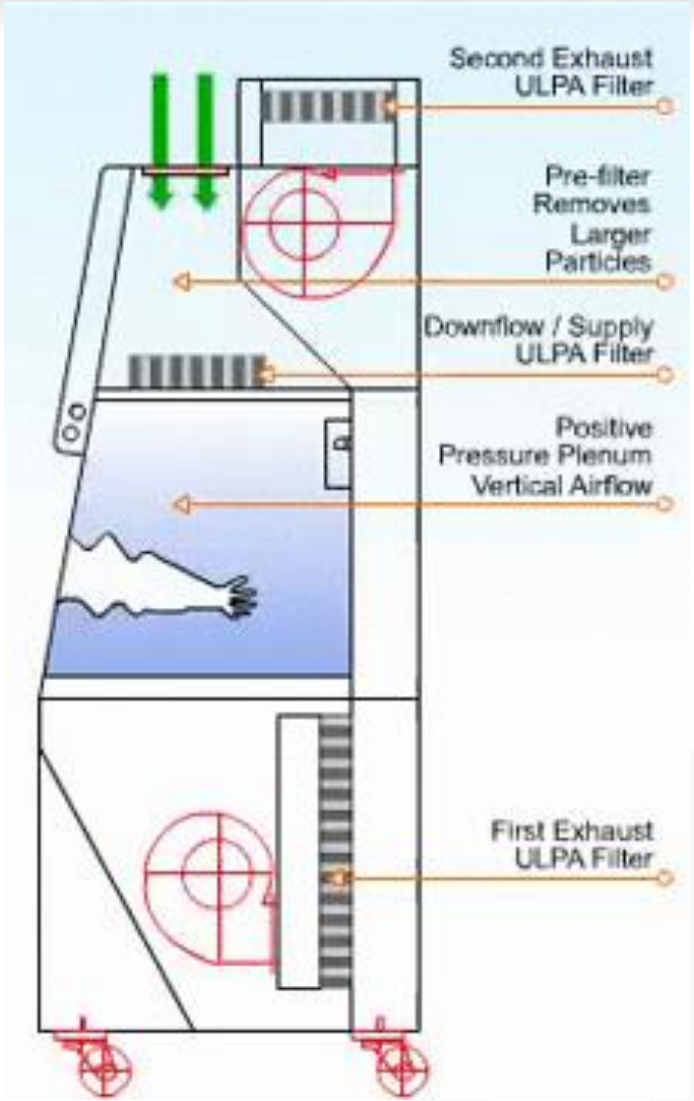


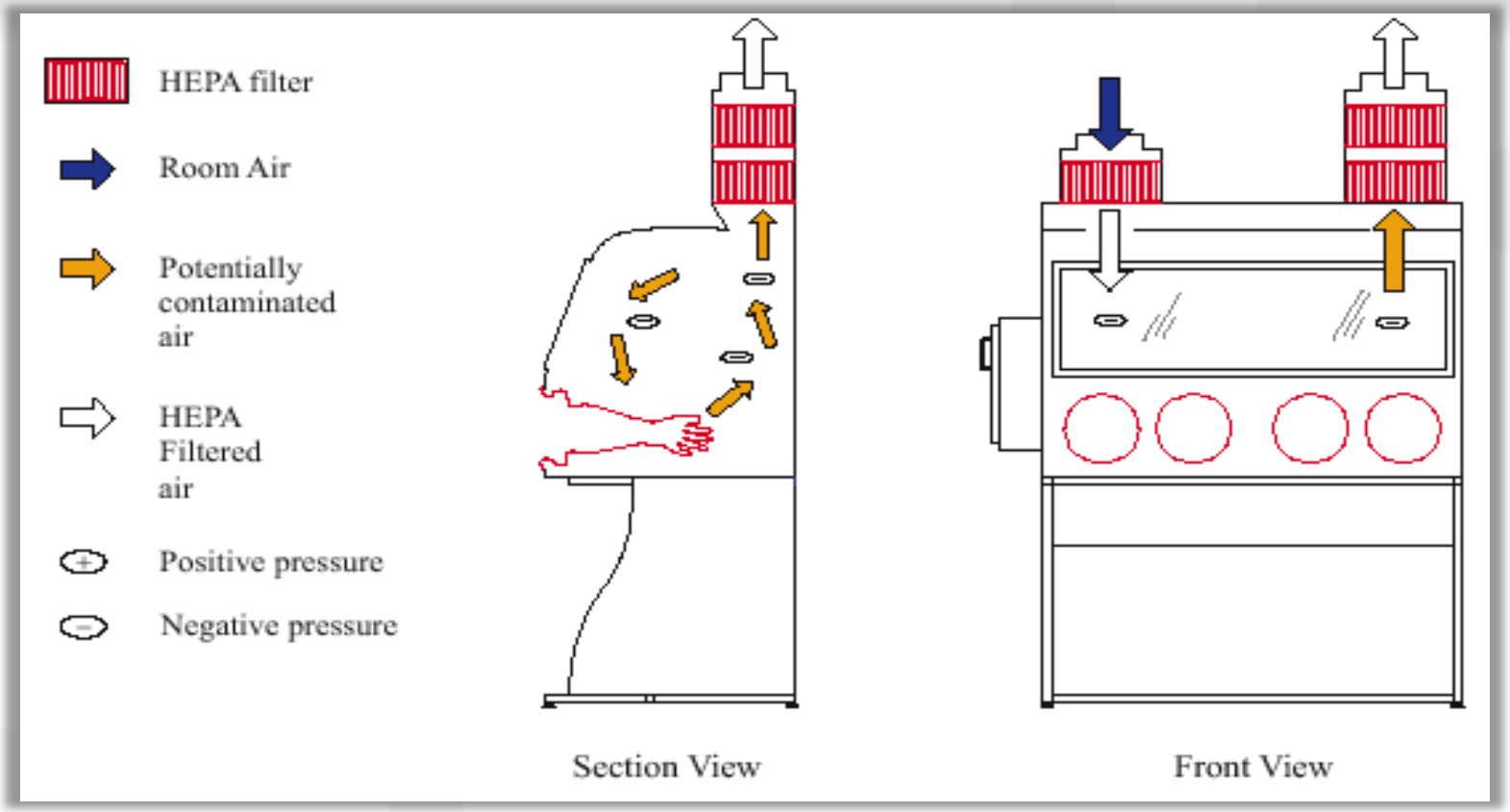


Class II type C1

https://www.labconco.com/articles/type-c1-biosafety-cabinets-whats-different

ตู้ชีวนิรภัย : Class III





Class III

ตู้ชีวนิรภัย : รูปแบบการปกป้อง

Cabinet	Operator	Product	Environment	Biological risk assessed
Chemical fume hood	✓	X	X	NA
Laminar flow clean benches	X	✓	X	NA
BSC Class I	✓	X	✓	BSL 1-3
BSC Class II	✓	✓	✓	BSL 1-3
BSC Class III	✓	✓	✓	BSL 4

ตู้ชีวนิรภัย : เปรียบเทียบความเร็วลมและการระบายอากาศ

Type of BSC	Inflow air velocity	Down flow air velocity	Exhaust
Class I	75 fpm/0.38 mps	NA	100%
Class II A1	75 fpm/0.38 mps	75 fpm/0.25-0.5mps	30%
Class II A2	100 fpm/0.51 mps	50 fpm/0.25-0.5mps	30%
Class II B1	100 fpm/0.51 mps	50 fpm/0.25-0.5mps	70%
Class II C1	100 fpm/0.53 mps	65 fpm/0.33-xxx mps	Depend on mode of used
Class II B2	100 fpm/0.51 mps	80 fpm/0.25-0.5mps	100%
Class III	NA	NA	NA

NA, not applicable

Adapted Table from: Laboratory Biosafety Manual, 3rd ed.

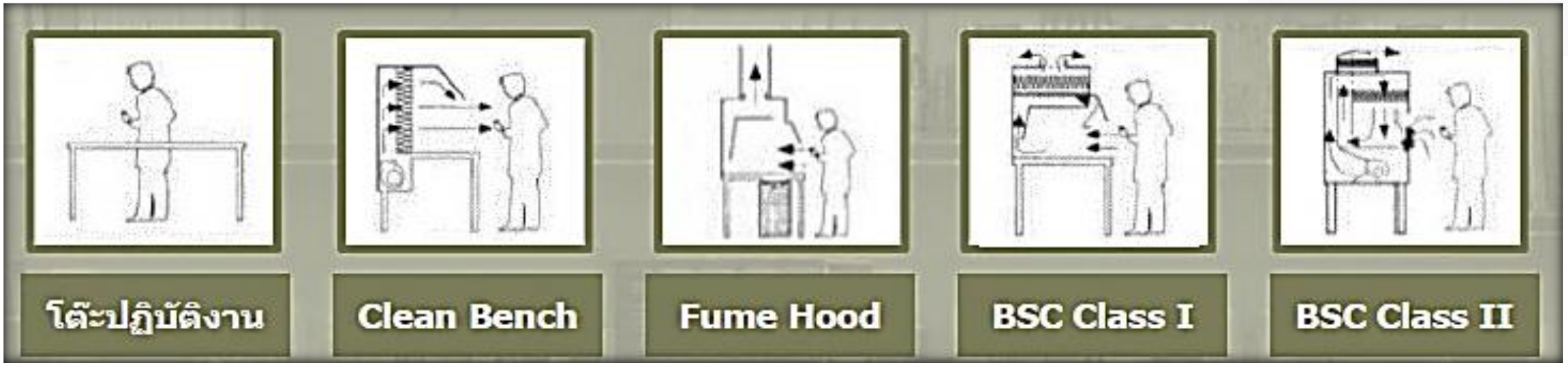
ตู้ชีวนิรภัย : เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

BSC	Recirculation	Exhaust	Air discharged	Nonvolatile toxic chemical/ Radionuclide	Volatile toxic chemical/ Radionuclide
Class I	Single pass circulation		Indoor	Yes	When exhausted outdoor (*, **)
Class II A	70%	30%	- Indoor - Outdoor (via canopy)	Yes* (small amount)	When exhausted outdoor (*, **)
Class II B 1	30%	70%	Outdoor (via hard duct)	Yes	Yes (*, **) (small amount) * Required specific duct ** Risk assessment should be completed lab/safety facility personnel
Class II C 1			- Indoor - Outdoor (via canopy)		
Class II B 2	0%	100%	Outdoor (via hard duct)		
Class III	0%	N/A			

Adapted Table from:BMBL, 6th ed.

ตู้ชีวนิรภัย : หลักการเลือกใช้

พิจารณาจากความเสี่ยงของงาน



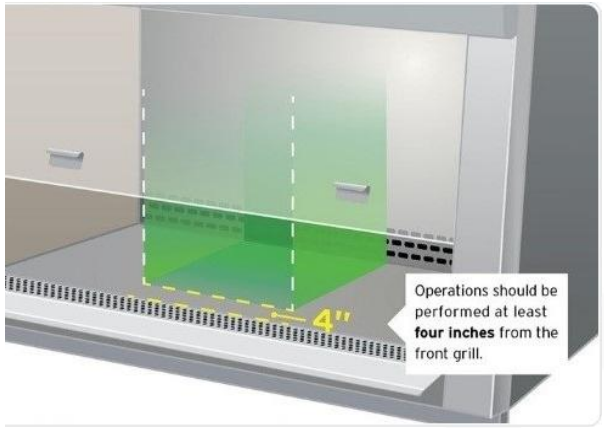
โต๊ะปฏิบัติงาน	Clean Bench	Fume Hood	BSC Class I	BSC Class II
งานที่ไม่มีความเสี่ยง	งานที่มีความเสี่ยงต่อชิ้นงาน	งานที่มีความเสี่ยงทางเคมีต่อผู้ปฏิบัติงาน (ไม่มีความเสี่ยงทางชีวภาพ)	งานที่มีความเสี่ยงทางชีวภาพต่อผู้ปฏิบัติงาน และสิ่งแวดล้อม (ไม่มีความเสี่ยงทางเคมี)	งานที่มีความเสี่ยงทางชีวภาพ/เคมีต่อผู้ปฏิบัติงาน ชิ้นงาน และสิ่งแวดล้อม

ตู้ชีวนิรภัย : ข้อควรระวังในการใช้งาน

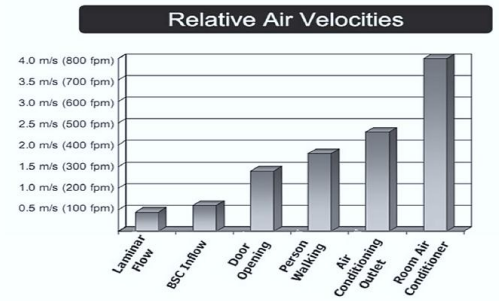
- เปิดเครื่องทิ้งไว้ก่อนอย่างน้อย 5 นาที (หรือตามเครื่องกำหนด) ก่อนเริ่มทำงานและหลังทำงานเสร็จ เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศและขจัดอากาศที่ปนเปื้อนภายในตู้
- เช็ดทำความสะอาดพื้นผิวบริเวณที่ใช้งาน และพื้นผิวตู้ด้านข้างด้วย 70% แอลกอฮอล์หรือน้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะกับงานก่อนและหลังการปฏิบัติงาน
- เช็ดทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชิ้นด้วย 70% แอลกอฮอล์หรือน้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะกับงานก่อนนำเข้า-ออกจากตู้
- หลีกเลี่ยงการวางอุปกรณ์กีดขวางการไหลเวียนของอากาศภายในและภายนอกตู้
- หากจำเป็นต้องมีการวางอุปกรณ์ภายในตู้ ให้วางบริเวณกลางค่อนไปทางด้านหลัง โดยระวังไม่ให้บังช่องทางลม เพื่อลดการรบกวนการหมุนเวียนของอากาศ

ตู้ชีวนิรภัย : ข้อควรระวังในการใช้งาน

- หลีกเลี่ยงการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วภายในตู้ ควรเคลื่อนมือเข้า-ออกตู้อย่างช้า ๆ ในทิศทางที่มือตั้งฉากกับหน้าตู้
- ไม่เปิดเครื่องที่เป็นแหล่งกำเนิดลม ใกล้ตู้มากเกินไป ขณะปฏิบัติงาน
- หลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์ที่สร้างความร้อนภายในตู้ เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดการขยายตัวของอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อรูปแบบการไหลของอากาศภายในตู้ และส่งผลต่อ HEPA filter
- หากจำเป็นต้องใช้ตะเกียง ควรเลือกแบบที่สามารถควบคุมการเปิด-ปิด เพื่อให้เกิดเปลวไฟเฉพาะช่วงที่ต้องการ หรือ เลือกใช้เครื่องมือให้ความร้อนจากกระแสไฟฟ้า (Electric Furnaces) เช่น micro incinerator

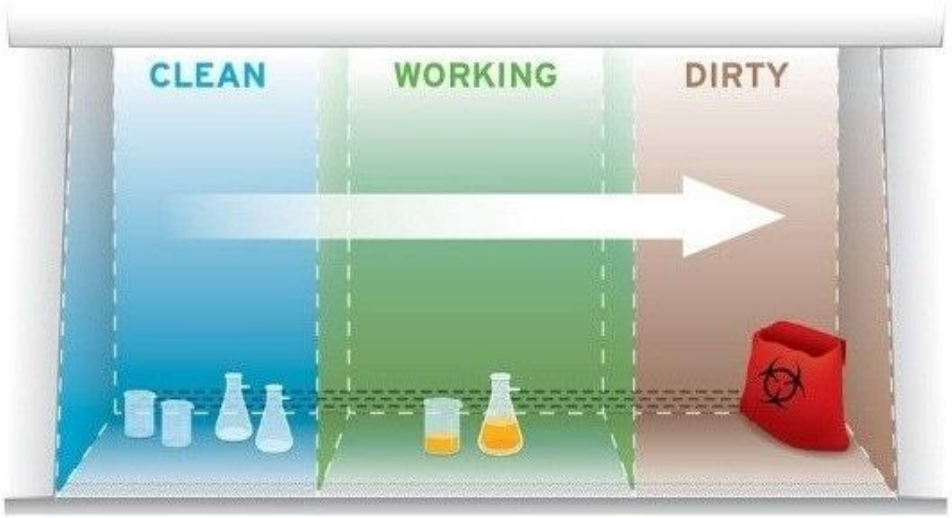


www.lamsys.com



ตู้ชีวนิรภัย : ข้อควรระวังในการใช้งาน

- นำอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าไปในตู้เท่าที่จำเป็น ไม่ใช้ตู้เป็นที่เก็บของ
- วางแผนขั้นตอนการทำงาน
- จัดแบ่งพื้นที่ที่ใช้ในการให้เหมาะสม เพื่อลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น



NuAire

ตู้ชีวนิรภัย : การบำรุงรักษา

- ควรทำความสะอาด BSC ทั้งบริเวณพื้นผิวที่มีการใช้งาน ผนังตู้ และใต้ถาดรอง ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสม
  อย่างสม่ำเสมอ
- หากใช้น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีฤทธิ์กัดกร่อน ควรเช็ดซ้ำด้วยน้ำสะอาดที่ปราศจากเชื้อ
- ห้ามล้างขัดเพื่อทำความสะอาด HEPA filter
- หากมีการใช้แสง UV ในการฆ่าเชื้อบริเวณพื้นผิว ควรเช็ดทำความสะอาดหลอด UV อย่างน้อย
  1 ครั้ง/สัปดาห์
- ควรตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ หากพบความผิดปรกติ ควรระงับการใช้งาน และทำการซ่อมแซมโดยช่างเทคนิคที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะ

ตู้ชีวนิรภัย : การตรวจรับรอง

การตรวจรับรอง

- หลังการติดตั้ง BSC (ก่อนเริ่มใช้งาน)
- หลังการซ่อมหรือเปลี่ยน HEPA filter
- หลังการเคลื่อนย้ายไปติดตั้งบริเวณอื่น
- ตามระยะเวลาที่กำหนด หรืออย่างน้อย ทุก 1 ปี

ผู้ตรวจรับรอง

- ต้องดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกอบรม
- ต้องใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน (ผ่านการvalidation)
- ต้องตรวจตามมาตรฐานของเครื่องโดยใช้ผลของ

รายงาน ในตอนติดตั้งหรือคู่มือของเครื่องเกณฑ์อ้างอิง

รายงานการตรวจรับรองตู้ BSC

- วันที่ทำการตรวจรับรอง และวันที่ครบกำหนดการตรวจรับรองครั้งต่อไป
- ข้อมูลของตู้ BSC (เช่น Manufacturer, Model, Serial number, สถานที่ติดตั้ง)
- วิธีการตรวจรับรอง
- ค่าที่ตรวจวัดได้ของแต่ละการทดสอบ
- ค่าการยอมรับของแต่ละการทดสอบ

ตู้ชีวนิรภัย : มาตรฐานการตรวจรับรอง

International BSC Standards

- NSF/ANSI 49 : เป็นมาตรฐานสำหรับตู้ชีวนิรภัย class II
  : มาตรฐานประกอบไปด้วยข้อกำหนดของการออกแบบ การสร้าง การทำงานของตู้ชีวนิรภัย
  : วัตถุประสงค์เพื่อปกป้องผู้ปฏิบัติงาน ผลิตภัณฑ์ หรือสิ่งที่อยู่ภายในตู้ชีวนิรภัยและสิ่งแวดล้อม
  : www.nsf.org
- EN 12469 : เป็นมาตรฐานที่รวมมาตรฐานของประเทศต่างๆ ของยุโรปไว้ด้วยกัน
  : ใช้แทนมาตรฐานเดิมที่เคยมีอยู่ ได้แก่ British Standard BS 5726, French Standard NF X44-201: 1984 และ German Standard DIN 12950
  : www.cenorm.be
- JIS K3800 : เป็นมาตรฐาน ของญี่ปุ่นสำหรับตู้ชีวนิรภัย class II
  : มาตรฐานประกอบไปด้วยข้อกำหนดของการออกแบบ การสร้าง
  : www.jisc.go.jp

ตู้ชีวนิรภัย : การรายงานผลการตรวจ Inflow velocity test

5. Calculate the average velocity at 76mm. The velocity at normal window height of 173 mm is:

$$Velocity_{173mm} = Velocity_{76mm} \times 0.406$$

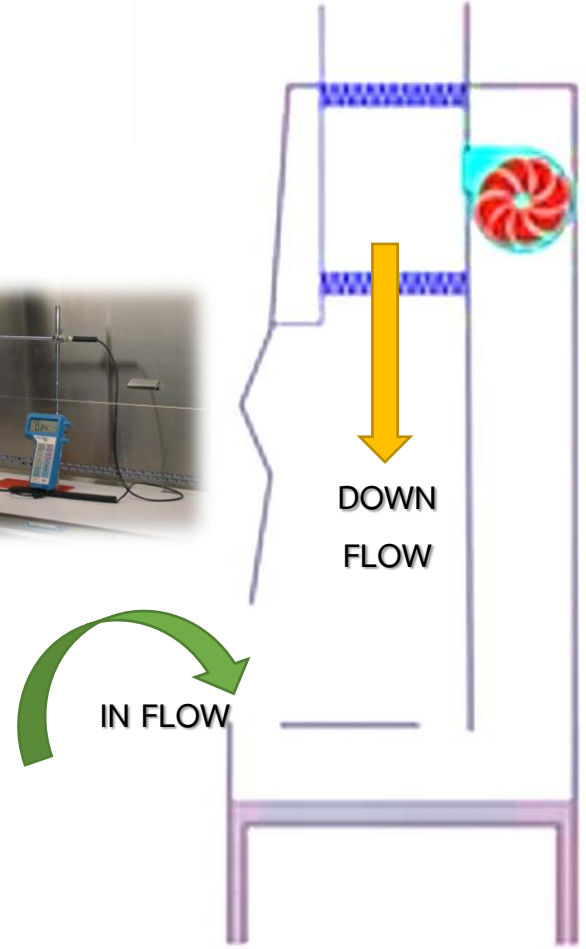
1.36	1.38	1.33	1.30	1.34	1.29	1.34	1.33	1.33

Inflow velocity (V) : Avg x 0.406 = 0.54 m/s

Acceptance : Inflow velocity must be within ± 0.025 m/s of 0.53 m/s (Esco's Setpoint)

Result : [√] Pass [ ] Fail

Instrument used : Airflow Meter TSI Incorporated (USA) Model 9545 Thermo – Anemometer Accuracy: 3% of reading or + 0.015 m/s or + 3 fpm



ตู้ชีวนิรภัย : การรายงานผลการตรวจ Downflow velocity test

2. Downflow Velocity Test

Reading was taken with a calibrated thermo - anemometer on a plane that is 10 cm above the lower edge of the sash window opening, with UV lamp and IV bar removed. The velocity reading is compensated for Temperature, Pressure, and Humidity (Dew Point Temperature). The grid points and results (all dimensions are mm) :

0.3	0.32	0.36	0.36	0.36	0.34	0.36	0.36
0.29	0.32	0.34	0.34	0.34	0.35	0.32	0.33
0.31	0.32	0.33	0.34	0.36	0.36	0.33	0.31

★Note : for better uniformity accuracy, this 4x3 grid exceeds the EN 12469:2000 reqirement of 4x2 downflow grid

Average : 0.34 m/s

Note: The velocity probe must be placed with accuracy within 12.5mm (0.5 inch) from the above grid, within correct orientation (see Probe Orientation note)

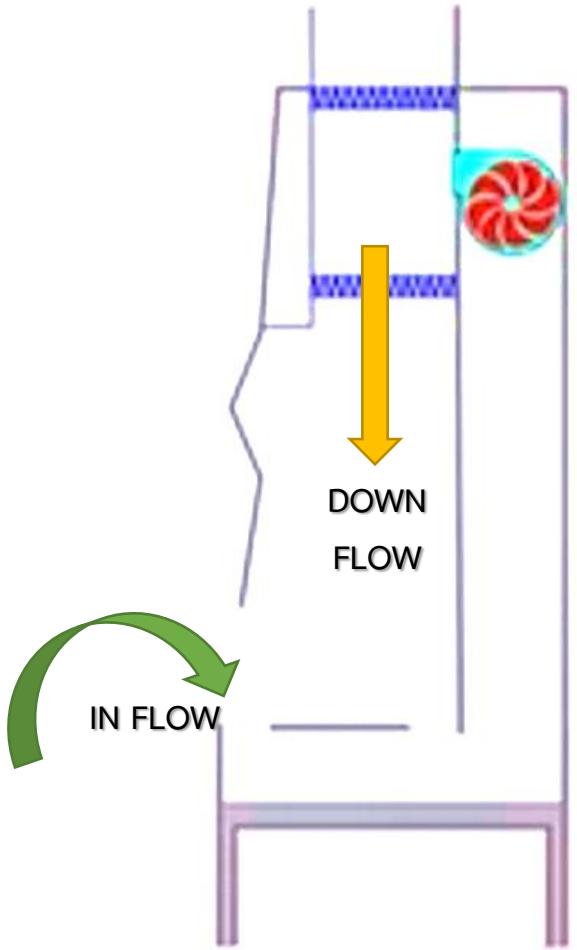
Min Deviation : 0.05 m/s = 14.91 %

Max Deviation : 0.02 m/s = 5.96 %

Acceptance : **Average downflow velocity must be within ± 0.025 of 0.35 m/s (Esco's setpoint)**
All individual downflow velocity readings must be within 0.08 m/s or ± 20% from the average

Result : ☑ Pass ☐ Fail

Instrument used : Airflow Meter TSI Incorporated (USA) Model 9545 Thermo – Anemometer Accuracy : 3% of reading or + 0.015 m/s or + 3 fpm



ตู้ชีวนิรภัย : การตรวจรับรอง HEPA filter leak test

<u>การยอมรับ</u>

- 0.01% ในกรณีที่สามารถตรวจวัดผิวหน้า HEPA filter
- 0.005% ในกรณีที่<u>ไม่</u>สามารถตรวจวัดผิวหน้า HEPA filter

ตู้ชีวนิรภัย : การรายงานผลการตรวจ HEPA leak test

3. HEPAFilter PAO Leak Test

The downflow (supply) and exhaust filters were challenged with PAO aerosol of fixed concentration. The aerosol was evenly distributed throughout the supply (positive) cabinet plenum. An aerosol photometer was used to monitor aerosol penetration downstream of both filters, and to scan for the presence of leaks.

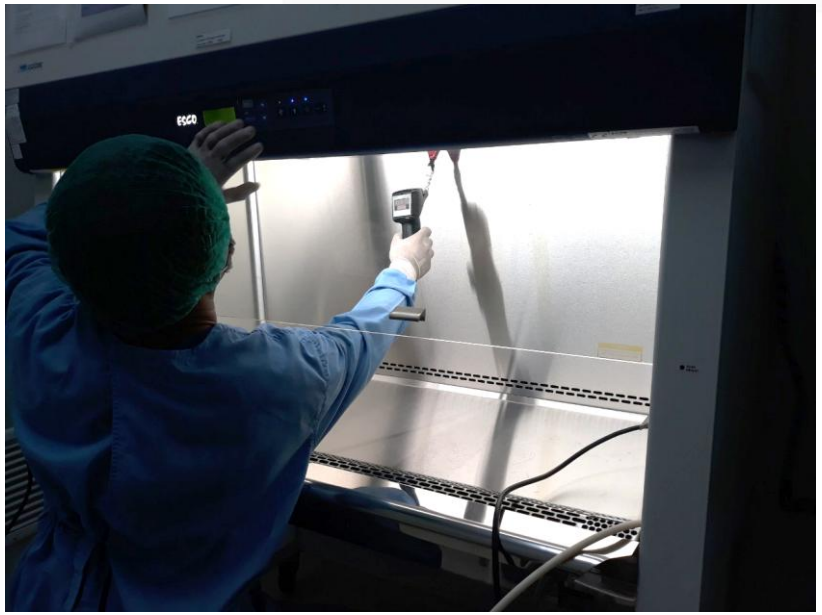
PAO concentration : 28 µg/liter (NSF49:2002 requires > 10 µg/l, but > 25 µg/l is recommended)

Downflow filter		Exhaust filter		Upstream concentration
Leaks detected in media :	☐ Yes ☑ No	Leaks detected in media :	☐ Yes ☑ No	calculative method
Leaks detected in gasket :	☐ Yes ☑ No	Leaks detected in media :	☐ Yes ☑ No	$\frac{13,500 \times N}{TotalAirflowCfm}$
Particle penetration :	0.0017 %	Particle penetration :	0.0024 %	

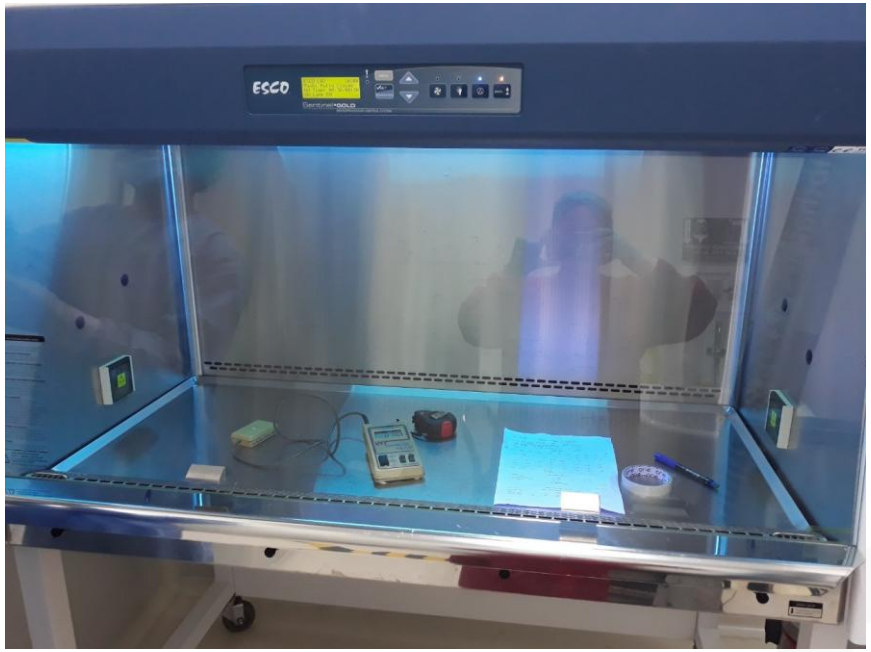
Acceptance : Maximum particle penetration of 0.01% for both filters; no filters leaks present.

Result : ☑ Pass ☐ Fail

Instrument used : Air Techniques International (USA) Model TDA-2H Aerosol Photometer Accuracy : ± 1% of reading



ตู้ชีวนิรภัย : การรายงานผลการตรวจ UV radiation test



4. Ultraviolet Radiation Test

Back Wall

Cabinet Ultraviolet Radiation ON

1,450	1,890	1,920	1,490
0	0	0	0

Cabinet Ultraviolet Radiation OFF

Acceptance	:	Average intensity of radiation at a wavelength of 254 nm shall be not less than 400 mW/m^2
Ultraviolet Radiation Average		1,687.50 mW/m^2
Ultraviolet Radiation Lamp	:	30 W = 1 Set
Result	:	☑ Pass ☐ Fail
Instrument used	:	U.V. Radiometer Model : UVX Radiometer

ตู้ชีวนิรภัย : การรายงานผลตรวจรับรอง Air flow smoke pattern test

5. Air flow Smoke Patterns Test

a. Downflow : Smoke flow smooth downward, no dead spots or reflux (upward blow)

Pass

b. View Screen Retention : Smoke flow smooth downward, no dead spots, reflux, or escape

Pass

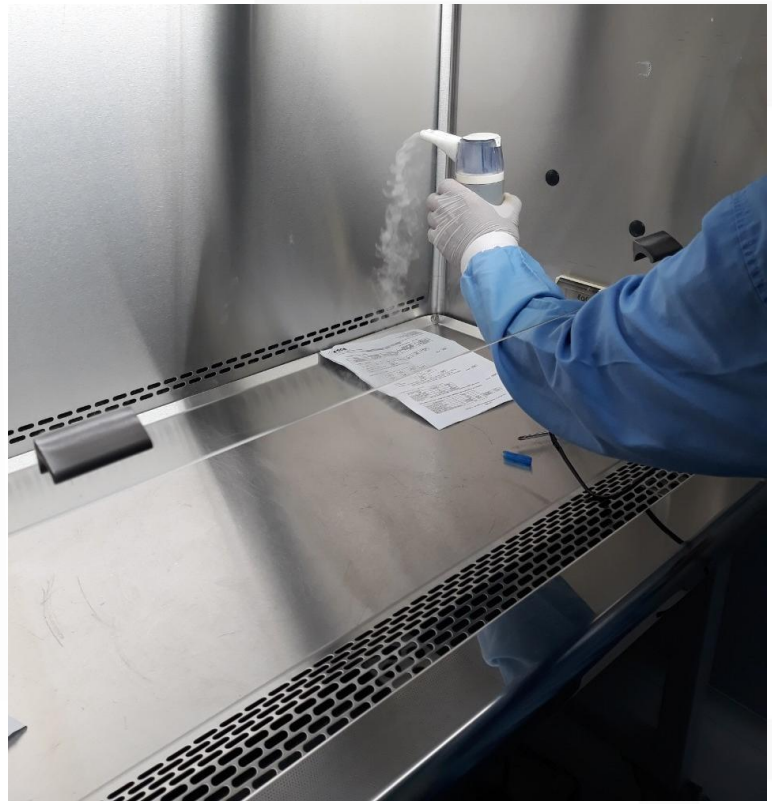
c. Work opening edge retention : Smoke flow smooth, no billowing or penetrate over work surface

Pass

d. Sash wiper seal : Spray smoke behind sash, from the sides and along the top of work area there shall be no smoke escape from the cabinet

Pass

Instrument used : Air flow tester , Biobase



ตู้ชีวนิรภัย : การทดสอบการติดตั้ง

การทดสอบ Sash Alarm

การยอมรับ : เมื่อยก Sash ให้สูงจากระยะที่คู่มือเครื่องกำหนด 1 นิ้ว ต้องมีเสียงสัญญาณดัง

การทดสอบ Exhaust System Performance Canopy Connection (สำหรับ BSC II-A เท่านั้น)

การยอมรับ : เมื่อปล่อยควันรอบ ๆ ช่องว่างของ canopy ที่ต่อกับตู้ BSC ต้องไม่มีควันไหลออกมาด้านนอกเมื่อควันเข้าไปใน Exhaust แล้ว

การทดสอบ Exhaust Alarm System (สำหรับ BSC II-B)

การยอมรับ : เมื่อปรับอัตราการไหลของอากาศนอกตู้ลง 20% จะต้องมีสัญญาณเตือนทั้งเสียงและไฟแสดงภายใน 15 วินาที และพัดลมภายในตู้ (Interlock) จะต้องหยุดการทำงาน

ตู้ชีวนิรภัย : การทดสอบการรั่ว (สำหรับ class II A1 เท่านั้น)

http://www.ucdenver.edu/research/EHS/RS/training/content/unit_5/part02.html

ต้องทำการทดสอบเมื่อ

- หลังการติดตั้ง BSC (ก่อนเริ่มใช้งาน)
- หลังการซ่อมหรือเปลี่ยน HEPA filter
- หลังการเคลื่อนย้ายไปติดตั้งบริเวณอื่น

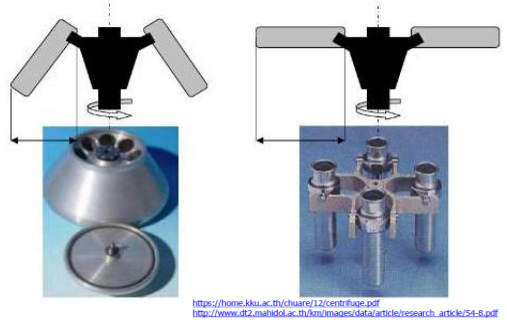
<u>การยอมรับ</u>: หลังการอัดอากาศเข้าไปในตู้ 30 นาที ความดันต้องไม่ลดลงหรือลดลงไม่เกิน 10%

เครื่องเร่งการตกอนุภาค/เครื่องหมุนเวี่ยง (Centrifuge)

เครื่องมือที่ใช้สำหรับเร่งการตกตะกอนของอนุภาคที่ไม่ละลายออกจากของเหลว หรือใช้แยกของเหลวหลาย ๆ ชนิดที่มีความถ่วงจำเพาะต่างกันออกจากกัน โดยอาศัยแรงหนีศูนย์กลาง (Centrifuge force) ที่เกิดจากการหมุนรอบจุดหมุน (Center of rotation)

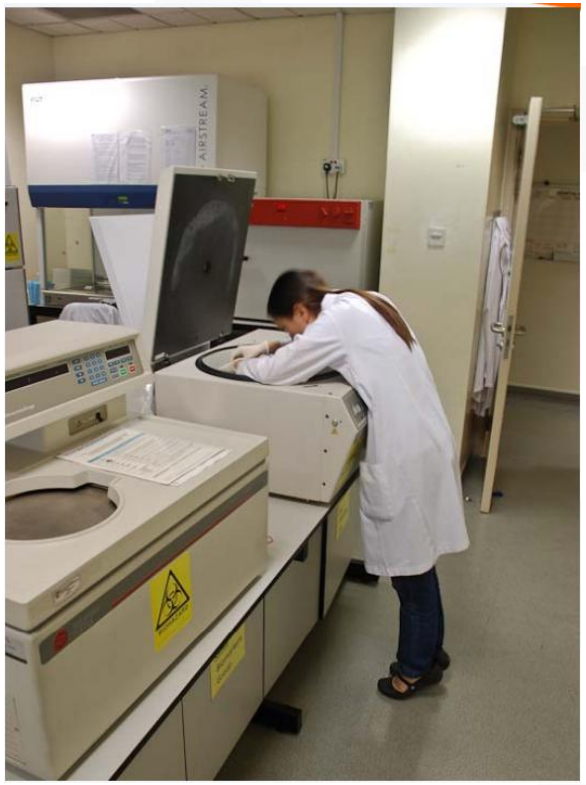
องค์ประกอบของเครื่องหมุนเหวี่ยง

1. Motor : อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ผลักให้เกิดการหมุนรอบแกน
2. Rotor : ส่วนสำหรับบรรจุภาชนะใส่ตัวอย่าง
    1. Fixed Angle Rotors ชนิดที่การหมุนทำมุมกับแกนหมุนคงที่ขณะหมุน
    2. Swinging Bucket Rotors ชนิดที่การหมุนทำมุมกับแกนหมุนเปลี่ยนแปลงขึ้นกับการเพิ่มแรงหมุนจนขนานกับแกนหมุน
3. Chamber : ส่วนที่มี Rotor อยู่ภายในและมีฝาปิด



การติดตั้ง

- ควรติดตั้งบนโต๊ะหรือพื้นที่มี ความแข็งแรง มั่นคง และไม่อยู่บนพื้นผิวเดียวกันกับอุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่ไวต่อการสั่นสะเทือน เช่น เครื่องชั่ง
- ควรตั้งเครื่องหมุนเหวี่ยง ในระดับที่ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นพื้นที่วางช่องใส่หลอดภายในเครื่องได้อย่างถูกต้อง

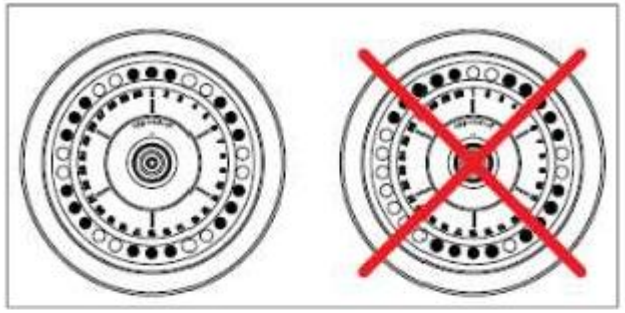


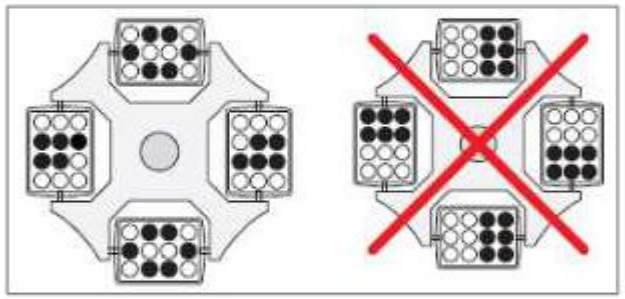
เครื่องเร่งการตกอนุภาค : การใช้งานและข้อควรระวัง

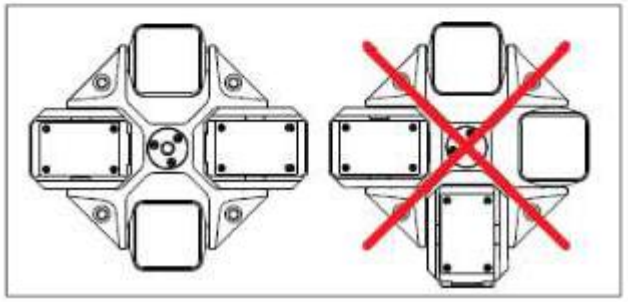
การใช้งาน

- ตรวจสอบสภาพทั่วไปของเครื่อง
  - ช่องใส่หลอดต้องไม่มีน้ำขัง ไม่มีเศษแก้ว หรือวัสดุใด ๆ
  - แกนหมุนสะอาด และยึดติดแน่นหนา
- เลือกใช้หัวปั่น (Rotor) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ออกแบบสำหรับเครื่องที่ใช้งาน และเหมาะสมกับงาน (แบบ Swinging หรือ Fixed rotor)
- หลอดใส่ตัวอย่างที่ใช้ในการปั่น (Centrifuge tube) ควรเป็นหลอดแก้วที่มีผนังหนา แข็งแรง หรือหลอดพลาสติกที่มีฝาปิดแน่น เพื่อป้องกันการหกหล่น หรือการเกิดละออง (Aerosol) หากเป็นไปได้ควรใช้ฝาเกลียว และระบุรายละเอียด (Label) บนหลอดทุกครั้งก่อนใส่ลงใน Bucket
- ทำการตรวจสอบรอยรั่ว หรือรอยแตกร้าวของหลอด และการปิดสนิทของฝาหลอดก่อนใช้งาน
- ปั่นในปริมาณที่ไม่เกินปริมาตรที่กำหนดของเครื่อง/หัวปั่น
- ไม่ใช้ความเร็วเกินที่กำหนดสำหรับหัวปั่นแต่ละชิ้น

เครื่องเร่งการตกอนุภาค : การใช้งานและข้อควรระวัง







- ทำความสะอาดหลอดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ (Disinfectant) เช็ดให้แห้ง
- ควรชั่ง Bucket พร้อมหลอดตัวอย่างเป็นคู่ที่อยู่ตรงข้ามกัน (Symmetry) ให้มีน้ำหนักเท่ากัน (Balance) โดยใช้น้ำกลั่นหรือ 70% แอลกอฮอล์ใส่ลงใน Bucket วางเพื่อปรับให้สมดุล
- หลังเสร็จสิ้นการใช้งาน ทำการถอด Rotor ออกจากเครื่อง

กรณี Refrigerated centrifuge ให้เปิดฝา และละลายน้ำแข็งจากผิวของ Rotor chamber และเช็ดด้วยผ้าให้แห้ง

- ถอดล้างทำความสะอาด Rotor/Bucket และ Rubber seal ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ (Disinfectant) จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นก่อนผึ่งให้แห้ง
- กรณีที่มีการปนเปื้อนเชื้อ หรือสารชีวภาพ ให้ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่ PPE ก่อนทำความสะอาด และลดการปนเปื้อนด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน

เครื่องเร่งการตกอนุภาค : การใช้งานและข้อควรระวัง

- ปิดฝาเครื่องตลอดระยะเวลาที่ใช้งาน : เมื่อเริ่มกดปั่นต้องเฝ้าระวังอยู่ในระยะที่ปลอดภัยจนกว่าเครื่องจะปั่นเข้าเข้าสู่ความเร็วที่ต้องการ
- หากได้ยินเสียงผิดปรกติใด ๆ
- หากเครื่องมีการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรง

กรณีฉุกเฉิน

กดปิดเครื่อง (Turn off)
ห้ามกด Break

⇩

รอจนเครื่องหยุดสนิท

⇩

รออีกประมาณ 30 นาที

⇩

เปิดฝาเครื่อง

⇩

นำหลอดออกจากเครื่องปั่นอย่างระมัดระวัง
ตรวจสอบการหกหรือรั่วซึม

เครื่องเร่งการตกอนุภาค : การบำรุงรักษา

- ตรวจสอบการทำงานของเครื่อง เช่น มาตรฐานของรอบหมุน (Speed) ความถูกต้องของส่วนควบคุมเวลา (Time) ความถูกต้องของส่วนควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) ระบบหัวเหวี่ยงและระบบไฟฟ้าเป็นระยะ หรือเมื่อมีการเคลื่อนย้าย
- หากพบความผิดปกติต้องหยุดใช้งานและดำเนินการซ่อมแซมโดยช่างผู้ชำนาญการ

กองมาตรฐานการวิจัยและสถาบันพัฒนาการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (กมว.)
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

196 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

0 2579 1370 - 9, 0 2561 2445 ต่อ 606, 613 https://biosafety.nrct.go.th biosafety@nrct.go.th