

หน่วยที่ 8 ห้องสะอาด

ห้องสะอาด หมายถึง ห้องที่มีการออกแบบ การก่อสร้าง และการใช้งานที่มีการควบคุมจำนวนอนุภาค และปัจจัยอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ความดันอากาศ ความชื้น ให้เป็นไปตามชนิด/มาตรฐานของห้องสะอาดนั้น และจะต้องมีการเฝ้าระวัง โดยการติดตาม ตรวจสอบความสะอาดของห้องให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตลอดระยะเวลาการใช้งาน

คุณสมบัติของห้องสะอาด ประกอบด้วย

1. ความสะอาดโดยพิจารณาจากปริมาณหรือจำนวนอนุภาคภายในห้อง
2. อุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของกระบวนการผลิต และข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้อง
3. ความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของกระบวนการผลิต และข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้อง
4. ความดันภายในห้องที่สูงกว่าความดันภายนอกจะมีผลในการผลักดันไม่ให้อากาศสกปรกจากภายนอกเข้ามาภายในห้องได้
5. ปัจจัยอื่น ได้แก่ แสงสว่าง ระดับเสียง และความสั่นสะเทือน

หลักการของห้องสะอาด

1. การป้องกันอนุภาคและมลสารจากภายนอกเข้าไปในห้อง
2. การป้องกันการสะสมของอนุภาคและมลสารภายในห้อง
3. การป้องกันการก่อให้เกิดอนุภาคและมลสารภายในห้อง
4. หากมีอนุภาคและมลสารเกิดขึ้นภายในห้องต้องรีบกำจัดออกไปทันที

ชนิดของห้องน้ำสะอาด แบ่งตามลักษณะการใช้งาน มีดังนี้

1. **ห้องสะอาดทางอุตสาหกรรม** เป็นห้องที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครชิพ การผลิตสี ฟิล์มส์ สารเคมีต่างๆ
2. **ห้องสะอาดทางชีวภาพ** (biological clean room) ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตยา ห้องปฏิบัติการทางด้านชีวภาพ ห้องผ่าตัด เพื่อควบคุมเชื้อแบคทีเรีย ความดันในห้องจะสูงกว่าห้องข้างเคียง ป้องกันสิ่งสกปรกเข้าสู่ห้องสะอาด
3. **ห้องสะอาดที่เกี่ยวข้องกับชีววัตถุอันตราย** ใช้กับห้องปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับเชื้อโรค เช่น ไวรัสหรือสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ความดันในห้องจะต่ำกว่าห้องข้างเคียง เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อหรือสารที่เป็นอันตราย ปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมภายนอก

ชนิดของห้องสะอาด

1. **ห้องสะอาดที่มีการไหลของอากาศแบบทั่วไป** เหมือนกับระบบปรับอากาศแต่ใช้ HEPA filter และจำนวนครั้งของการเปลี่ยนอากาศมากกว่า ระดับความสะอาด class 6 หรือ class 1000 ขึ้นไป
 2. **ห้องสะอาดที่มีการไหลของอากาศตามแนวราบ** ลมที่ความเร็วคงที่จะไหลผ่าน HAPA filter ผนังด้านหนึ่ง ผ่านสู่ห้องสะอาดแล้วถูกดูดกลับขึ้นด้านบนเพดาน กลับสู่เครื่องเป่าลม ความสะอาด class5-6 หรือ class 100-1000
 3. **ห้องสะอาดที่มีการไหลของอากาศตามแนวตั้ง** อากาศจะถูกส่งมาจากเพดาน ลมจะกลับผ่านพื้นที่ด้านล่าง ระดับชั้นความสะอาดประมาณ class 100 เหมาะกับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ความสะอาดดีกว่าห้องรูปแบบอื่น
- อนุภาคในอากาศแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ อนุภาคที่มีชีวิตและอนุภาคที่ไม่มีชีวิต

การจำแนกระดับชั้นความสะอาดของห้องสะอาด

การจำแนกระดับชั้นความสะอาดของห้องสะอาดตาม Federal Standard 209E

ระดับชั้น (class)	จำนวนอนุภาคสูงสุดต่อปริมาตรอากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต (maximum particles/ft ³)					เทียบกับมาตรฐาน ISO (ISO equivalent)
	≥0.1 μm	≥0.2 μm	≥0.3 μm	≥0.5 μm	≥5 μm	
1	35	7	3	1	NA	ISO 3
10	350	75	30	10	NA	ISO 4
100	NA	750	300	100	NA	ISO 5
1,000	NA	NA	NA	1,000	7	ISO 6
10,000	NA	NA	NA	10,000	70	ISO 7
100,000	NA	NA	NA	100,000	700	ISO 8

ที่มา: content.answers.com/.../img/CDE/_AIRSHWR.GIF

ห้องสะอาดในระดับชั้นต่างๆ จะมีความหมาย ดังเช่น

- class 10 หมายถึงห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 10 อนุภาคต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต
- class 100 หมายถึงห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 100 อนุภาคต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต
- class 1,000 หมายถึงห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 1,000 อนุภาคต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต
- class 10,000 หมายถึงห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 10,000 อนุภาคต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต

มาตรฐานการจำแนกระดับชั้นความสะอาดของห้องสะอาดที่นิยมใช้กัน ได้แก่

- Federal Standard 209
- ISO 14644-1 : 1999
- EU GGMP

รูปแบบการไหลของอากาศและระบบระบายอากาศของห้องสะอาด

1. **การไหลของอากาศแบบราบเรียบ** โดยอากาศที่ผ่านแผ่นกรองจะมีทิศทางเคลื่อนที่ขนานกันในแนวระดับหรือแนวตั้ง มุ่งไปยังฝั่งตรงข้ามกับห้อง
2. **การไหลของอากาศแบบปั่นป่วน** เป็นแบบที่ใช้กันทั่วไป อนุภาคที่เกิดขึ้นภายในห้องจะถูกทำให้เจือจางลงโดยอากาศสะอาดที่ออกมาจากแผ่นกรองอากาศระดับชั้นของความสะอาดจึงสูงกว่าแบบราบเรียบ
3. **การไหลของอากาศแบบผสม** เป็นรูปแบบการไหลของอากาศภายในห้องที่มีทั้งแบบราบเรียบและแบบปั่นป่วนอยู่ในห้องเดียวกัน

การควบคุมการปนเปื้อนของห้องสะอาดจากพื้นที่ข้างเคียง อาจทำได้ 3 วิธี คือ

1. **การแทนที่** โดยใช้อาคารที่มีความปั่นป่วนต่ำ ๆ หรือใช้อัตราการไหลของอากาศสูง ที่มีความเร็วมากกว่า 0.2 เมตร/วินาที

2. ความแตกต่างของความดัน โดยรักษาความดันภายในห้องสะอาดให้สูงกว่าห้องข้างเคียง 5-20 Pa
3. การป้องกันทางกายภาพ ได้แก่การใช้ผนังทึบ ในการป้องกันการถ่ายเทสิ่งปนเปื้อนจากห้องที่สะอาดน้อยกว่าไปสู่ห้องสะอาด

อุปกรณ์สำหรับห้องสะอาด

1. **อุปกรณ์ทำความสะอาด** ที่นิยมนั้นมากคือ ตัวกรองอากาศ ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ตัวกรองอากาศแบบ HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) และ ULPA (Ultra Low Penetration Air Filter)

ลักษณะเฉพาะตัวของตัวกรองอากาศ

- ประสิทธิภาพในการดักจับอนุภาค
- ความต้านทานอากาศไหล
- อายุการใช้งาน

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องสะอาด

อุปกรณ์หลัก ได้แก่ ฝักบัวอากาศ (air shower) แอร์ล็อก (air lock) กล่องส่งผ่าน (pass-thru boxes) และ clean bench

ฝักบัวอากาศ ใช้ประโยชน์ในการกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนเสื้อผ้า ก่อนที่จะเข้าไปในห้องสะอาด

แอร์ล็อก ทำหน้าที่กักกันอากาศเพื่อลดการปนเปื้อนของอนุภาคฝุ่นจากภายนอกที่มีไว้ จะช่วยรักษาระดับแรงดันเมื่อมีคนเข้าหรือออก จากห้องสะอาด

กล่องส่งผ่าน เป็นกล่องที่ใช้หรือเคลื่อนย้ายวัตถุระหว่างห้องผ่านผนัง เคลื่อนย้ายวัตถุเข้าหรือออกจากห้อง

Clean bench เป็นโต๊ะที่มีอากาศที่สะอาดไหลผ่าน ตามแนวตั้งหรือแนวนอน และมักจะมี HEPA filter ติดอยู่ในโต๊ะด้วย

อุปกรณ์เสริม เช่น โต๊ะ เก้าอี้ ชั้นวางของ ตู้เก็บของ เครื่องทำความสะอาด ถุงมือ เสื้อกาวน์

ข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบห้องสะอาด ประกอบด้วย

1. ชนิดการไหลของอากาศ
2. ความเร็วอากาศ
3. อัตราการเปลี่ยนอากาศ

การรักษามาตรฐานของห้องสะอาด

องค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน ได้กำหนดวิธีการตรวจวัดห้องสะอาดว่ามีระดับของความสะอาดเป็นไปตามระดับชั้นของความสะอาดที่จัดไว้หรือไม่ โดยการตรวจวัดจำนวนอนุภาค โดยใช้เครื่องนับจำนวนอนุภาคที่ใช้หลักการกระจายของแสงเมื่อตรวจพบอนุภาคที่แขวนลอยในอากาศ นอกจากนี้ยังกำหนดระยะเวลาของการตรวจวัดแต่ละครั้งเพื่อการเฝ้าระวังไว้ด้วย

การตรวจวัดจำนวนอนุภาค

เครื่องตรวจวัดจำนวนอนุภาคในห้องสะอาดตามข้อกำหนดของ ISO 14644-1 :1999 (E)

หลักการ การหาชั้นความสะอาดของห้อง โดยใช้ discrete-particle-counting, light-scattering instrument ใช้ในการหาความเข้มข้นของอนุภาคที่มีขนาดอนุภาคเท่ากับหรือใหญ่กว่าขนาดที่กำหนด ณ จุดที่กำหนดไว้ในการเก็บตัวอย่าง

กฎข้อบังคับสำหรับห้องสะอาด

- ต้องล้างมือบ่อยๆ
- ต้องสวมถุงมือ
- รักษาความสะอาดของมือและเล็บ
- ไม่หิวผมในห้องสะอาด
- ไม่ทาเล็บ
- สวมชุดที่กำหนด
- ของมีค่า กระเป๋า เครื่องประดับ ไม่นำออกมาขณะปฏิบัติงาน
- ไม่สวมใส่เครื่องประดับ
- รักษาเครื่องมือให้สะอาด
- ห้ามรับประทานอาหาร เครื่องดื่ม
- ไม่เกาศีรษะ หรือส่วนอื่นๆในร่างกาย
- ไม่ถอดหรือรูดซิปชุดปฏิบัติงานขณะอยู่ในห้องสะอาด

ชุดปฏิบัติงาน ควรประกอบด้วย เสื้อคลุม หมวก ถุงมือ รองเท้า สิ่งทอหรือวัสดุที่ใช้ทำชุดควรมีคุณสมบัติไม่ติดไฟ ไม่ก่อให้เกิดอนุภาค ไม่เกิดไฟฟ้าสถิต และเมื่อทำความสะอาดแล้วไม่เสียคุณสมบัติดังกล่าว

รังสีอัลตราไวโอเลตในช่วงความยาว คลื่น 250-260 นาโนเมตร ใช้ประโยชน์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร ยา และห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา