

# เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟสำหรับการวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจกในตัวอย่างแก๊ส ชนิด 3 ตัวตรวจวัด

จำนวน 1 ชุด

.....

## 1. คุณลักษณะทั่วไปของครุภัณฑ์

เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์เชิงปริมาณก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) มีเทน ( $\text{CH}_4$ ) และ Nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ในตัวอย่างที่เป็นแก๊ส โดยเทคนิค Gas Chromatography

## 2. มีครุภัณฑ์ประกอบ ดังนี้

- 2.1 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟสำหรับการวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจกในตัวอย่างแก๊ส จำนวน 1 ชุด
- 2.2 คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงาน ประมวลผล และรายงานผล และเครื่องพิมพ์ จำนวน 1 ชุด
- 2.3 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 10 kVA จำนวน 1 เครื่อง
- 2.4 เครื่องดูดควัน จำนวน 1 ชุด
- 2.5 โต๊ะวางเครื่องมือ จำนวน 1 ตัว
- 2.6 เก้าอี้สำนักงาน จำนวน 1 ตัว

## 3. รายละเอียดของครุภัณฑ์ มีดังนี้

### 3.1 เครื่อง Gas chromatography จำนวน 1 ชุด

เครื่องสามารถวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจก คาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ), มีเทน ( $\text{CH}_4$ ), และ Nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ในตัวอย่างแก๊ส ด้วยตัวตรวจวัดชนิด Thermal Conductivity Detector (TCD), Flame Ionization Detector (FID) และ Micro Electron Capture Detector (Micro-ECD) ตัวเครื่องประกอบด้วย

#### 3.1.1 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟที่สามารถควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์

- 3.1.1.1 การควบคุมจากคอมพิวเตอร์ โดยระบบ LAN (Local Area Network)
- 3.1.1.2 มีระบบ Electronic Pneumatic Control (EPC) ซึ่งสามารถควบคุมอัตราการไหลและความดันของแก๊สให้คงที่หรือเปลี่ยนแปลงด้วยการ Programming ได้ตามความต้องการ
- 3.1.1.3 สามารถปรับอุณหภูมิในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ส่วนควบคุมอุณหภูมิคอลัมน์ ส่วนฉีตสาร ส่วนตรวจวัด และ กล้องวาล์ว ได้อย่างอิสระ
- 3.1.1.4 สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์ของอัตราการไหล (Flow rate) หรือความดัน (Pressure) ได้จากคอมพิวเตอร์และตัวเครื่อง สามารถตั้งค่าความดันได้ครอบคลุมช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 100 psi ซึ่งสามารถปรับค่าแรงดันได้ละเอียดถึง 0.001 psi และมีระบบตรวจสอบการรั่วไหลของแก๊สในระบบ

- 3.1.1.5 มีค่าความสามารถในการทวนซ้ำของเวลาที่สารออกจากคอลัมน์ (Retention time repeatability) น้อยกว่า 0.008% หรือน้อยกว่า 0.0008 นาที มีค่าความสามารถในการทวนซ้ำของพื้นที่ใต้กราฟของสาร (Area repeatability) น้อยกว่า 0.5% RSD
- 3.1.1.6 สามารถติดตั้งส่วนฉีดสารตัวอย่าง (Injection port) ได้ 2 ชุด
- 3.1.1.7 สามารถติดตั้งตัวตรวจวัด (Detector) ได้ 4 ชุด
- 3.1.1.8 มีบริเวณให้ความร้อน (Heated zone) ไม่น้อยกว่า 8 จุด ซึ่งแยกเป็นอิสระจากกันคือ 3 Detectors, 2 Inlets, และ 3 Auxiliary หรือดีกว่า
- 3.1.1.9 สามารถฉีดสารตัวอย่างและวิเคราะห์แยกสาร โดยใช้ระบบ Gas sampling valve
- 3.1.1.10 มีอุปกรณ์ประกอบเพื่อควบคุมอัตราการไหลให้สามารถเจือจางแก๊สได้
- 3.1.2 ส่วนควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ (Column oven)
- 3.1.2.1 ตู้อบ (Column oven) สามารถตั้งอุณหภูมิการทำงานได้ตั้งแต่ 4 องศาเซลเซียส เหนืออุณหภูมิห้อง ถึงอุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่า
- 3.1.2.2 สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิของตู้อบ (Column oven) ได้อย่างน้อย 20 ขั้น (20 Ramps)
- 3.1.2.3 สามารถตั้งอุณหภูมิตู้อบที่ความละเอียด 0.1 องศาเซลเซียส
- 3.1.2.4 สามารถปรับอัตราการเพิ่มอุณหภูมิตู้อบได้เร็วไม่น้อยกว่า 120 องศาเซลเซียสต่อนาที (Temperature ramp rate)
- 3.1.2.5 ระบบการลดอุณหภูมิอัตโนมัติ ภายใต้การควบคุมของ Microprocessor โดยสามารถลดอุณหภูมิ ตั้งแต่ 450 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส ได้ภายในเวลาไม่เกิน 4 นาที
- 3.1.2.6 สามารถบรรจุคอลัมน์แบบ Capillary ขนาด 0.53 มิลลิเมตร ได้อย่างน้อย 2 คอลัมน์ หรือคอลัมน์แบบ Pack ได้อย่างน้อย 4 คอลัมน์
- 3.1.2.7 รองรับวาล์วชนิด 10 port อย่างน้อย 2 ตัว และวาล์ว 6 port อย่างน้อย 2 ตัว
- 3.1.3 ชุดวาล์ว (Injection valve) สำหรับตัวอย่างที่เป็นแก๊ส
- มี Gas Sampling valve loop ขนาด 1 มิลลิลิตร ชนิด 10 port อย่างน้อย 2 ตัว และวาล์ว 6 port อย่างน้อย 2 ตัว
- 3.1.4 ส่วนฉีดสารตัวอย่าง (Injection port) สำหรับตัวอย่างที่เป็นของเหลว
- 3.1.4.1 สามารถใช้ Capillary Column ขนาด 0.1-0.53 มิลลิเมตร (ID) ได้
- 3.1.4.2 มีระบบควบคุมอัตราการไหลด้วย Electronic Septum Purge เพื่อกำจัดพีคที่ไม่ต้องการ (ghost peaks)



3.1.4.3 สามารถตั้งอุณหภูมิได้สูงสุด 400 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่า

3.1.4.4 สามารถถอด Inlet ส่วนบน เพื่อถอด Liner มาทำความสะอาดได้ด้วยมือเปล่า โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ในการถอด เพื่อสะดวกต่อการล้างและซ่อมบำรุง

3.1.4.5 สามารถตั้ง total flow ของก๊าซไฮโดรเจนหรือฮีเลียมได้ถึง 1,250 มิลลิลิตรต่อนาที

### 3.1.5 ชุดตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Analyzer)

มีชุดตรวจวัดแบบ 4 valve/4 paced column/TCD/FID/Micro-ECD/Methanizer โดยสามารถตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของก๊าซเรือนกระจกได้ในปริมาณตั้งแต่ 0.4 ppm ถึง 20% สำหรับคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ), 0.2 ppm ถึง 20% สำหรับมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) และสามารถวัดหาปริมาณของไนตรัสออกไซด์ ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ได้ที่ระดับต่ำถึง 50 ppb ชุดตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย

#### 3.1.5.1 ชุด Gas sampling valve

- 1) มีวาล์ว 10 port 2 ตัว และวาล์ว 6 port 2 ตัว
- 2) วาล์วทุกตัวสามารถควบคุมได้จาก Software และจากตัวเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ
- 3) มีตัวขับเคลื่อนวาล์วที่ทำงานด้วย Air-Zero และสามารถใช้งานได้กับวาล์ว 6 port และ 10 port ได้ในตัวเดียวกัน
- 4) วาล์วทุกตัวติดตั้งในกล่องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ (value block) ได้ด้วยโปรแกรมของเครื่องโดยตรง
- 5) มี Nickel Catalyst Tube (Methanizer) จำนวน 1 ชุด และ สำรอง 1 ชุด
- 6) มี Heat valve block ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ 1 ชุด

#### 3.1.5.2 ตัวตรวจวัดชนิด Flame Ionization Detector (FID) จำนวน 1 ชุด

- 1) สามารถตั้งอุณหภูมิสูงสุดได้ 450 องศาเซลเซียส
- 2) ช่วงเป็นเส้นตรง (Linearity) ไม่น้อยกว่า  $10^7$
- 3) สามารถวัดสารปริมาณต่ำสุดที่ 1.2 pg C/s โดยใช้ Tridecane
- 4) สามารถจุดไฟอย่างอัตโนมัติจากเครื่องหรือระบบควบคุมการทำงาน (Automatic reignition)
- 5) มีอัตราการรับส่งข้อมูล Data acquisition rate ได้ไม่น้อยกว่า 1,000 Hz เพื่อให้ได้สัญญาณที่ละเอียดยิ่งขึ้น
- 6) มี Flame jet เป็นโลหะทั้งชิ้น เพื่อความคงทน ง่ายต่อการทำความสะอาด และบำรุงรักษา



3.1.5.3 ตัวตรวจวัดชนิด Thermal Conductivity Detector (TCD) จำนวน 1 ชุด

- 1) สามารถตั้งอุณหภูมิสูงสุดได้ 400 องศาเซลเซียส
- 2) สามารถวัดสารปริมาณต่ำสุดที่ 400 pg โดยใช้ Tridecane/mL ถ้าใช้ฮีเลียม
- 3) ช่วงเป็นเส้นตรง (Linearity) ไม่น้อยกว่า  $10^5$

3.1.5.4 ตัวตรวจวัดชนิด Micro Electron capture detector (Micro-ECD) จำนวน 1 ชุด

- 1) ช่วงเป็นเส้นตรง (Linearity) มากกว่า  $5 \times 10^4$  ด้วย Lindane
- 2) ปริมาณต่ำสุดที่วัดได้น้อยกว่า 3.8 fg/ml ด้วย Lindane
- 3) มีความสามารถด้าน Data Acquisition rate ได้สูงถึง 500 Hz

3.1.5.5 ชุดคอลัมน์ ประกอบด้วย

- 1) คอลัมน์ชนิด HayeSep Q 80/100  $\mu\text{m}$  ความยาว 8 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอก (OD) 1/8 นิ้ว, เส้นผ่าศูนย์กลางด้านใน (ID) 2 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชุด
- 2) คอลัมน์ชนิด HayeSep Q 80/100  $\mu\text{m}$  ความยาว 6 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอก (OD) 1/8 นิ้ว, เส้นผ่าศูนย์กลางด้านใน (ID) 2 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชุด

3.2 ชุดควบคุมการทำงาน ประมวลผล และรายงาน

3.2.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานและประมวลผลของเครื่อง Gas Chromatography

ต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 3.2.1.1 โปรแกรมที่ควบคุมเครื่อง Gas Chromatography ต้องเป็นแผ่นต้นฉบับจากผู้ผลิตและมีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
- 3.2.1.2 โปรแกรมควบคุมระบบ (Operating system) สามารถทำงานได้หลายงานพร้อมกัน (Multi-tasking) โดยแสดงเป็นรูปภาพ (Graphic use interface)
- 3.2.1.3 มีโปรแกรม Retention time locking (RTL) ที่ทำให้ Retention time คงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนคอลัมน์หรือตัดคอลัมน์
- 3.2.1.4 สามารถรายงานผลข้อมูล คำนวณผลอัตโนมัติ โดยวิธีการคำนวณมาตรฐานต่าง ๆ ได้

3.2.2 เครื่องรับสัญญาณจากเครื่อง Gas Chromatography

ทำหน้าที่รับข้อมูลและประมวลผล ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมระบบปฏิบัติการ Windows ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องและเครื่องพิมพ์ที่คุณลักษณะเท่าหรือดีกว่า ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 3.2.2.1 คอมพิวเตอร์มีหน่วยประมวลผลกลาง ชนิด Intel Core i7 ความเร็วไม่น้อยกว่า 2.1 GHz หรือดีกว่า จำนวน 1 เครื่อง

- 3.2.2.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
- 3.2.2.3 หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard drive) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
- 3.2.2.4 ระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือดีกว่า
- 3.2.2.5 มีช่องรับการใช้งาน DVD-RW หรือดีกว่า
- 3.2.2.6 หน้าจอแสดงผล (Monitor) ขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว จำนวน 1 จอ
- 3.2.2.7 Keyboard และ Mouse แบบไร้สาย พร้อมแผ่นรองเมาส์ อย่างละ 1 ตัว
- 3.2.2.8 เครื่องพิมพ์ชนิด Color Laser Jet มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600 x 600 dpi จำนวน 1 เครื่อง

### 3.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 3.3.1 GC Start up kit จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.3.2 ชุด Trap gas clean filter จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.3.3 ท่อแก๊สฮีเลียม ขนาด 7 ลบ.ม. พร้อมถัง หัวปรับแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.3.4 ท่อแก๊สไฮโดรเจน ขนาด 7 ลบ.ม. พร้อมถัง หัวปรับแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.3.5 ท่อแก๊สไนโตรเจน ขนาด 7 ลบ.ม. พร้อมถังและหัวปรับแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.3.6 ท่อแก๊สแอร์ซีโร ขนาด 7 ลบ.ม. พร้อมถังและหัวปรับแรงดัน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.3.7 Greenhouse Gas Checkout Sample จำนวน 1 ชุด
- 3.3.8 Septum สำหรับชุดวาล์ว (Injection valve) จำนวน 100 ชิ้น
- 3.3.9 Headspace round bottom clear glass vial ขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 200 ขวด
- 3.3.10 Headspace round bottom clear glass vial ขนาด 20 มิลลิลิตร จำนวน 200 ขวด
- 3.3.11 Grey butyl stoppers for Headspace vials ขนาด 20 มิลลิลิตร จำนวน 1,000 ชิ้น
- 3.3.12 Headspace aluminum caps ขนาด 20 มิลลิลิตร จำนวน 1,000 ชิ้น
- 3.3.13 Crimper สำหรับ Headspace aluminum caps ขนาด 20 มิลลิลิตร จำนวน 1 ชุด
- 3.3.14 DeCrimper สำหรับ Headspace aluminum caps ขนาด 20 มิลลิลิตร จำนวน 1 ชุด
- 3.3.15 Gas Sampling Bags ที่ทำจากวัสดุ Polypropylene (PP) ชนิด Combo valve ที่สามารถถอดเปลี่ยน Septum ได้ ขนาดความจุ 1 ลิตร จำนวน 20 ใบ และ Septum 40 อัน
- 3.3.16 กระบอกฉีดตัวอย่างแก๊ส ชนิด Gas tight syringe ปริมาตร 1.00, 2.50, และ 5 มิลลิลิตร อย่างละ 1 อัน และ เข็มฉีด แบบ side hole จำนวน 3 เล็ม
- 3.3.17 สารมาตรฐานสำหรับการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซเรือนกระจก ไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และมีเทน (CH<sub>4</sub>) จำนวน 1 ชุด



3.4 เครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ ที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 10 kVA  
จำนวน 1 เครื่อง

3.5 โต๊ะวางเครื่องมือพร้อมเก้าอี้ปฏิบัติการ จำนวน 1 ชุด

3.6 เก้าอี้สำนักงาน จำนวน 1 ตัว

4. ข้อกำหนดอื่น ๆ

4.1 เป็นเครื่องใหม่ที่มาจากรองานผู้ผลิต ต้องไม่มีการดัดแปลงสภาพที่ผิดไปจากข้อกำหนดของโรงงานและต้อง  
เป็นเครื่องที่ไม่เคยใช้งานหรือใช้สัทธิ่มาก่อน

4.2 ผู้เสนอราคาต้องเสนอรายละเอียดและรูปแบบรายละเอียด (แค็ตตาล็อก) พร้อมระบุ ยี่ห้อ รุ่น ของเครื่อง  
Gas Chromatography และอุปกรณ์ประกอบทุกชนิด

4.3 ผู้เสนอราคาต้องรับประกันคุณภาพสินค้าที่นำเสนอ ไม่น้อยกว่า 2 ปี ในระหว่างนี้ถ้าเครื่องมือเกิดขัดข้อง  
ตามปกติวิสัยของการใช้งาน ผู้เสนอราคา ต้องทำการเปลี่ยนอะไหล่พร้อมค่าแรงช่างโดยไม่คิดมูลค่า

4.4 ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance; PM) อย่างน้อยปีละ 1  
ครั้ง เป็นระยะเวลา 3 ปี

4.5 มีช่างและอะไหล่บริการตลอดอายุการใช้งานของเครื่อง

4.6 ผู้เสนอราคาต้องทำการอบรม และแนะนำการใช้งานครุภัณฑ์ การบำรุงรักษาครุภัณฑ์ จนกว่าผู้ใช้งานจะ  
สามารถใช้งานเครื่องมือหรืออุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปลอดภัย

4.7 ผู้เสนอราคาทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือในวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจก ไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O)  
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และ มีเทน (CH<sub>4</sub>) ตามข้อ 3.1.5 โดยจัดส่งเป็นเอกสารเมื่อส่งมอบครุภัณฑ์

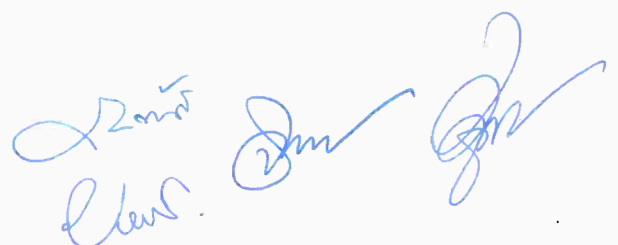
4.8 ผู้เสนอราคาต้องปรับปรุงสถานที่ติดตั้งเครื่องมือ ระบบไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน

4.9 ผู้เสนอราคาต้องจัดเตรียมคู่มือภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 1 ชุดมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์

4.10 บริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทผู้จำหน่ายได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001

4.11 กำหนดส่งมอบภายใน 90 วัน หลังจากลงนามในสัญญา

.....



รายชื่อคณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้าง

เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟสำหรับการวิเคราะห์

ก๊าซเรือนกระจกในตัวอย่างแก๊ส ชนิด 3 ตัวตรวจวัด จำนวน 1 ชุด

.....

1. กรรมการกำหนดรายละเอียดคุณสมบัติ/E bidding/จัดซื้อ

- |                                   |               |
|-----------------------------------|---------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ภาณุพล หงส์ภักดี | ประธานกรรมการ |
| 2. นางสาวจิราภรณ์ พิมพ์ภูมิ       | กรรมการ       |
| 3. นางสาวอิสยาภรณ์ ประสารกุลนนท์  | กรรมการ       |
| 4. นางสาวศุภจิรา ศรีจ้างวาง       | กรรมการ       |

2. กรรมการตรวจรับ

- |                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| 1. รองศาสตราจารย์จนา บุระคำ | ประธานกรรมการ |
| 2. นายจักรภัทร พาลูกา       | กรรมการ       |
| 3. นายต้นกล้า อินสว่าง      | กรรมการ       |
| 4. นางสาวสาวิณี นาสมภักดี   | กรรมการ       |