มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค: ประจำภาคการศึกษาที่ 2	**ปีการศึกษา :** 2548
วันที่: 12 ธันวาคม 2548	**เวลา :** 9.00-12.00 น.
วิชา: 223-483 Air and Noise Pollution and Control	**ห้องสอบ** R300

คำอธิบาย

1. **ข้อสอบมีทั้งหมด 5 หน้า (รวมหน้านี้ด้วย) แบ่งเป็น 5 ตอน ดังนี้**
   ตอนที่ 1 จำนวน 2 ข้อ 20 คะแนน
   ตอนที่ 2 จำนวน 2 ข้อ 20 คะแนน
   ตอนที่ 3 จำนวน 3 ข้อ 20 คะแนน
   ตอนที่ 4 จำนวน 3 ข้อ 27 คะแนน
   ตอนที่ 5 จำนวน 3 ข้อ 13 คะแนน
   ให้ทำตามคำสั่งในข้อสอบ และ**ทำทุกข้อ**
2. ในการทำข้อสอบแต่ละข้อ **ให้เขียนคำตอบลงในสมุดคำตอบ**
3. นักศึกษาสามารถนำตัวข้อสอบออกจากห้องสอบได้ภายหลังส่งสมุดคำตอบแก่กรรมการคุมสอบ
4. อนุญาต**ให้ใช้เครื่องคิดเลข** และสามารถ**นำเอกสารประกอบการสอนรายวิชา** 223-483 Air and Noise Pollution and Control **เข้าห้องสอบได้** ไม่อนุญาตนำเอกสารหรือหนังสือใด ๆนอกเหนือจากที่ระบุเข้าห้องสอบ

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ผู้ออกข้อสอบ อ.เอริกา พฤฒิกิตติ

ตอนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ (20 คะแนน)

1.1 จงบอกสารมลพิษทางอากาศที่คิดว่าก่อให้เกิดปัญหาหลักใน**ประเทศกำลังพัฒนา**มา 2 ชนิด อธิบายสาเหตุหรือกลไกในการเกิดขึ้นของสารมลพิษดังกล่าวและชี้ให้เห็นผลกระทบที่มีนัยสำคัญทั้งในระดับท้องถิ่นและในระดับโลก พร้อมทั้งเสนอแนวทางแก้ไข (10 คะแนน)

1.2 ยกตัวอย่างการจัดการมลพิษทางอากาศในประเทศกำลังพัฒนา มา 2 ประเทศ พร้อมอธิบายสภาพปัญหา สาเหตุของปัญหา และบอกแนวทางแก้ไขปัญหา ของแต่ละประเทศที่เลือกเป็นตัวอย่าง (10 คะแนน)

ตอนที่ 2 อุตุนิยมวิทยาและพื้นฐานแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (20 คะแนน)

2.1 ในฤดูร้อนของวันหนึ่ง อุณหภูมิบรรยากาศพื้นดินเป็น 25°C การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบรรยากาศตามความสูงจากระดับพื้นดินถึงระดับความสูง 200 เมตร ($-\Delta T/\Delta Z$) เป็น 1.2°C/100 เมตร และสูงจากระดับ 200 เมตรขึ้นไป เป็น -0.8°C/100 เมตร ถ้ามวลอากาศ (air parcel) ถูกปล่อยจากพื้นดินมีอุณหภูมิ 50°C

- จงวาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบรรยากาศและอุณหภูมิมวลอากาศตามความสูง ($-\Delta T/\Delta Z$) (3 คะแนน)
- หาความสูงสูงสุดที่มวลอากาศสามารถขึ้นไปถึง (4 คะแนน)
- ถ้าโรงงานแห่งหนึ่งปล่อยอากาศเสียจากปล่องควันสูง 150 เมตร ในช่วงเวลาดังกล่าว จงวาดรูปแบบการกระจายตัวของอากาศเสีย (plume) และบอกช่วงเวลาของวันที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์นี้ (3 คะแนน)

2.2 โรงงานไฟฟ้าแห่งหนึ่งในเขตร้อนชื้น ใช้เชื้อเพลิงลิกไนต์ (มี 5%S) 10 ตันต่อชั่วโมงและปล่อยก๊าซสู่ปล่องเดี่ยวสูง 70 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร ในช่วงบ่ายของฤดูร้อนที่มีแสงแดดจัดและมีลมพัดจากทิศตะวันตกด้วยความเร็ว ณ.ความสูง10 เมตร เป็น 4 m/s อุณหภูมิบรรยากาศเหนือปล่องเป็น 25 °C ก๊าซที่ปล่องจากปล่อยมีความเร็ว 14 m/s อุณหภูมิ 150 °C และความดัน 1 atm

จงหาความเข้มข้นของ SO_2 ในแนว plume center line ณ.ท้ายลมห่างจากปล่อง 4 km โดยพิจารณาระยะ Z= plume center line (H), 0 เมตร, H $\pm$50เมตร, H $\pm$100เมตร, H + 500 เมตร และวาดกราฟการกระจายตัวของความเข้มข้นในแนวแกน Z ลงในกระดาษกราฟ (10 คะแนน)

ตอนที่ 3 ความรู้พื้นฐานการเผาไหม้ (20 คะแนน)

3.1 Air/fuel (weight by weight) ของ propane (C_3H_8) เป็นเท่าใด จงแสดงวิธีหาค่าความสัมพันธ์ดังกล่าว (5 คะแนน)

3.2 องค์ประกอบของอากาศเสียจากปล่องที่วัดได้จาก Orsat Analyzer (US EPA method 3) และ % ความชื้นจากUS EPA method 4 ได้ผลดังต่อไปนี้

% CO_2 = 1%, %O_2 = 20%, %N_2 = 78%, %CO=0%, %H_2O = 1%

- จงหามวลโมเลกุล (g/g-mol) ของอากาศเสียจากปล่องของโรงงานนี้ โดยพิจารณาน้ำหนักแห้ง (dry basis flue gas) (2.5 คะแนน)
- จากองค์ประกอบอากาศเสียที่วัดได้ หากนักศึกษาเป็นเจ้าหน้าที่กรมโรงงานที่รับผิดชอบตรวจสอบผลคุณภาพอากาศจากปล่องของโรงงานดังกล่าว ควรดำเนินการอย่างไร (2.5 คะแนน)

3.3 จงหาปริมาณก๊าซธรรมชาติ (heating value = 1,050 Btu/sft^3) ในหน่วย scfm (standard cubic foot per minute) เพื่อใช้สำหรับเพิ่มอุณหภูมิอากาศเสียปริมาณ 8,500 scfm จาก 200°F เป็น 1,400°F

สมมุติ - ไม่มีการสูญเสียความร้อนระหว่างการเผาไหม้

- ค่าเฉลี่ย heat capacity ของอากาศในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว เป็น 7.5 Btu/lbmol-°F

(10 คะแนน)

ตอนที่ 4 เทคโนโลยีควบคุมมลพิษอากาศ (27 คะแนน)

4.1 อากาศเสียที่ปล่อยจากโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงถ่านหินใหม่แห่งหนึ่งมีฝุ่นละอองจากกระบวนการผลิตเป็น 8,000 mg/m^3 มาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงไฟฟ้าใหม่กำหนดให้ฝุ่นละอองเป็น 120 mg/m^3 ทางผู้บริหารต้องการติดตั้งอุปกรณ์กำจัดฝุ่นละออง 2 ชุด ได้แก่ อุปกรณ์กำจัดฝุ่นเบื้องต้น และอุปกรณ์กำจัดฝุ่นที่มีประสิทธิภาพสูง นักศึกษามีหน้าที่รับผิดชอบในการเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสม

- จงเสนอและให้เหตุผลการเลือกประเภทเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริหารและกับลักษณะอากาศเสีย (3 คะแนน)
- จงประมาณประสิทธิภาพการกำจัด (collection efficiency by weight) ของอุปกรณ์แต่ละชนิดที่เลือกไว้ โดยให้สอดคล้องกับความเป็นจริง และประมาณการปริมาณฝุ่นละอองที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมภายหลังติดตั้งชุดอุปกรณ์กำจัดฝุ่นเรียบร้อยแล้ว (4 คะแนน)
- แนะนำลักษณะเทคโนโลยี สภาพการทำงาน ของอุปกรณ์กำจัดฝุ่นที่เลือก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดฝุ่นให้สูงขึ้น (3 คะแนน)

4.2 Settling Chamber ขนาดสูง 5 ft กว้าง 15 ft ถูกใช้เพื่อกำจัดอนุภาคขนาดขนาด 50 μm ที่มีความถ่วงจำเพาะ 2.5 ถ้าอัตราการไหลของอากาศเสียเป็น 30,000 cfm (ความหนืดจลนศาสตร์ของอากาศเป็น $1.85*10^{-4}$ g/cm-s) **หมายเหตุ** ไม่ต้องปรับแก้โดยใช้ Cunninghum Correction Factor

- จงหาความยาวของ Settling Chamber เพื่อกำจัดอนุภาคขนาด50 μm ดังกล่าว ได้ 100% (4 คะแนน)

- หากจำเป็นต้องออกแบบให้ Settling Chamberมีความยาวเป็น 20 ft จะต้องดำเนินการอย่างไร เพื่อกำจัดอนุภาคขนาด50 μm ดังกล่าว ได้ 100% โดยความสูงและความกว้างคงที่ (3 คะแนน)
- เพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งกลับของฝุ่น ควรออกแบบให้ความเร็วของอากาศใน Settling Chamber น้อยกว่า 10 ft/s จงพิสูจน์ว่า Settling Chamber ที่ออกแบบนี้สอดคล้องกับข้อกำหนดนี้หรือไม่ ถ้าไม่ให้เสนอแนวทางแก้ไข (3 คะแนน)

4.3 ผลการตรวจวัดมลพิษที่ปล่อยจากยานพาหนะเครื่องยนต์ดีเซลที่ผลิตสู่ท้องตลาดประเทศไทยในปัจจุบันเป็นไปตามตารางที่ 1 ประเทศไทยมีแผนประกาศใช้มาตรฐาน Euro 3 กับรถยนต์ดีเซลส่วนบุคคลซึ่งมีข้อกำหนดสารมลพิษที่ปล่อยดังตารางที่ 2

- สารมลพิษใดที่ควรพิจารณาวางแผนควบคุม (2 คะแนน)
- จงเสนอแนวทางจัดการเพื่อบรรลุมาตรฐานดังกล่าว (5 คะแนน)

ตารางที่ 1 สรุปผลการตรวจวัดมลพิษจากท่อไอเสียยานพาหนะเครื่องยนต์ดีเซลทั้ง Heavy duty และ Light dutyในห้องปฏิบัติการของกรมควบคุมมลพิษ

Type	Fuel Injection System	Total Vehicles tested	Test Mode	Driving Cycle	Emission (g/km) THC	NO_x	CO	CO_2	PM	Fuel Efficiency (km/l)
LDDV	DI	228	Cold	NYBC	0.105	1.224	0.562	261.072	0.090	10.787
LDDV	IDI	375	Cold	NYBC	0.065	1.020	0.502	270.000	0.085	10.116
HDDV	DI	176	Hot	TISI	4.189	17.427	30.239	1671.548	4.633	1.628

ตารางที่ 2 เกณฑ์มาตรฐาน Euro 3 สำหรับสารมลพิษที่ปล่อยจากรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเครื่องยนต์ดีเซล

EU Emission Standards for Passenger Cars (Category M_1*), g/km

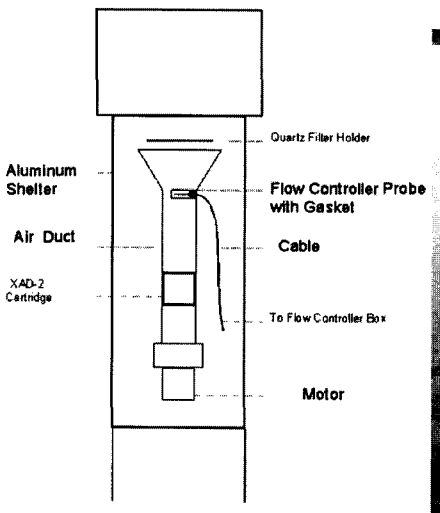
Tier	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
Diesel					
Euro 1†	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)
Euro 2, IDI	1	-	0.7	-	0.08
Euro 2, DI	1	-	0.9	-	0.1
Euro 3	0.64	-	0.56	0.5	0.05
Euro 4	0.5	-	0.3	0.25	0.025
Euro 5‡	0.5	-	0.25	0.2	0.005

ตอนที่ 5 การเก็บตัวอย่างและตรวจวัดปริมาณสารมลพิษอากาศ (13 คะแนน)

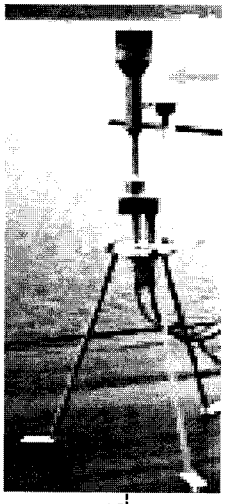
5.1 ถ้าให้ % Isokinetic คือ เปอร์เซ็นต์ความเร็วของอากาศที่เข้าไปยังหัวเก็บตัวอย่างต่อความเร็วอากาศเสียในปล่อง จงวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นหากเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ด้วย 200% Isokinetic และ 50% Isokinetic (3 คะแนน)

5.2 ถ้าอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศชนิดหนึ่ง ได้ผ่านการสอบเทียบภาคสนาม ณ.อุณหภูมิ 23°C ความดันบรรยากาศ 762 mm Hg โดยอัตราไหลอากาศเป็น 38.7 alpm หากนำอุปกรณ์ดังกล่าวไปเก็บตัวอย่างภาคสนามเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาณอากาศที่ใช้ในการคำนวณความเข้มข้นสารมลพิษในอากาศ ณ. Standard Condition (20°C, 1 atmosphere) เป็นเท่าไหร่ ตอบในหน่วยลูกบาศก์เมตร (5 คะแนน)

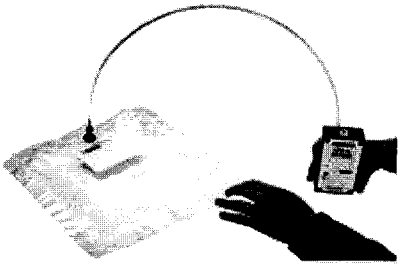
5.3 จงอธิบายจุดประสงค์การใช้งานของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างต่อไปนี้ และแยกประเภทงาน Source sampling หรือ Workplace sampling หรือ Ambient Air Sampling (5 คะแนน)



รูปที่ 1

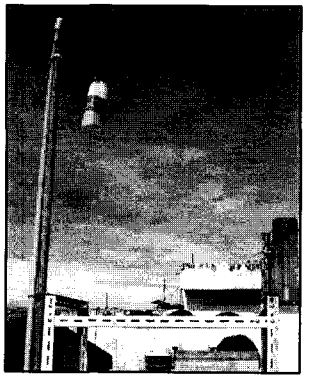


รูปที่ 2



รูปที่ 3

รูปที่ 4



รูปที่ 5