للاطلاع على الإجابة النموذجية
وكذا نقاط الامتحانات يرجى مسح الصورة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد بوضياف
بالمسيلة
كلية التكنولوجيا
القسم: هندسة ميكانيكية

جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'sila

## EXERCISE: Calculations on the Formation of Pollutants in I.C.E (10 Pts)

We consider the combustion of **octane** (fuel approximated as gasoline):$C_8H_{18}$
Air is composed of **21% $O_2$** and **79% $N_2$** by volume, giving a ratio:$N_2/O_2=3.76$
We first study **stoichiometric combustion**, then a **rich combustion** ($\lambda=0.90$) to analyze the formation of pollutants.

**A. Stoichiometric combustion of octane**

1. Write the complete stoichiometric combustion equation of octane (producing $CO_2$ and $H_2O$ only).
2. Calculate the theoretical amount of oxygen (in moles) required to burn 1 mole of $C_8H_{18}$
3. Deduce the corresponding amount of **stoichiometric air** (in moles).

**B. Rich combustion: $\lambda=0.90$**

The engine now receives only 90% of the stoichiometric air.

1. Calculate the actual amount of oxygen available.
2. Since oxygen is insufficient, part of the carbon forms **carbon monoxide (CO)** instead of carbon dioxide ($CO_2$). Assume that all hydrogen burns to $H_2O$ and all oxygen is consumed. Calculate:
    3. the amount of $CO_2$ formed
    4. the amount of CO formed

*Remarque: forming 1 mole of CO instead of $CO_2$ saves 0.5 mole of $O_2$.*

ندرس احتراق الأوكتان (وقود يُقارب البنزين)$C_8H_{18}$ :
يتكون الهواء من 21% أكسجين و79% نيتروجين حجميًا، بنسبة$N_2/O_2 = 3.76$ :
ندرس أولًا الاحتراق المتكافئ، ثم الاحتراق الغني ($\lambda = 0.90$) لتحليل تكوين الملوثات.

**أ. الاحتراق المتكافئ للأوكتان**

1. اكتب معادلة الاحتراق المتكافئ الكاملة للأوكتان (منتجًا ثاني أكسيد الكربون والماء فقط).
2. احسب الكمية النظرية للأكسجين (بالمولات) اللازمة لاحتراق مول واحد من$C_8H_{18}$.
3. استنتج الكمية المقابلة للهواء المتكافئ (بالمولات).

**ب. الاحتراق الغني$\lambda=0.90$ :**

يتلقى المحرك الآن 90% فقط من الهواء المتوازن.

1. احسب كمية الأكسجين المتاحة فعليًا.
2. نظرًا لعدم كفاية الأكسجين، يتحول جزء من الكربون إلى أول أكسيد الكربون (CO) بدلًا من ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$).
افترض أن جميع الهيدروجين يحترق إلى ماء ($H_2O$) وأن جميع الأكسجين يُستهلك.
احسب:
. كمية ثاني أكسيد الكربون المتكونة
.كمية أول أكسيد الكربون المتكونة
ملاحظة : إن تكوين 1 مول من CO بدلاً من $CO_2$ يوفر 0.5 مول من $O_2$.

للاطلاع على الإجابة النموذجية
وكذا نقاط الامتحانات يرجى مسح الصورة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد بوضياف
بالمسيلة
كلية التكنولوجيا
القسم: هندسة ميكانيكية

جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'sila

# SOLUTION

## EXERCISE 5 (10 pts)

**A. Stoichiometric combustion of octane**

1. Complete stoichiometric combustion:

$C_8H_{18} + 12.5\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 9\ H_2O$ 2

Including air ($N_2/O_2 = 3.76$):

$C_8H_{18} + 12.5(O_2 + 3.76\ N2) \rightarrow 8\ CO_2 + 9\ H_2O + 47\ N_2$

2. Theoretical oxygen required

12.5 mol $O_2$ per mol of $C_8H_{18}$ 2

3. Stoichiometric air requirement

Air = 12.5 × 100/21 = 59.5 mol air per mol fuel 2

**B. Rich combustion (λ = 0.90)**

$$\lambda = \frac{\text{actual air}}{\text{stoichiometric air}}$$

1. Actual oxygen available:

$O_2 = 0.90 \times 12.5 = 11.25$ mol 2

Hydrogen oxidation:

9 $H_2O$ formed → 4.5 mol $O_2$ consumed

Remaining oxygen for carbon =11.25-4.5= 6.75 mol 2

## QUIZ (10 pts)

10 x 1 =10

| | |
|---|---|
| Quiz: Pollutants from Internal Combustion Engines<br>Question 1<br>Which pollutant is mainly responsible for toxic effects on the blood?<br>A) $CO_2$<br>B) CO<br>C) ND) $SO_2$<br>Answer: B) CO (carbon monoxide)<br>Question 2<br>Which pollutant is mainly responsible for the greenhouse effect?<br>A) NOx<br>B) CO | اختبار: ملوّثات محركات الاحتراق الداخلي SA<br>السؤال 1<br>ما هو الملوّث المسؤول أساسًا عن التأثير السام على الدم؟<br>A) ثاني أكسيد الكربون $CO_2$<br>B) أول أكسيد الكربون CO<br>C) ثاني أكسيد النيتروجين $NO_2$<br>D) ثاني أكسيد الكبريت $SO_2$<br>الإجابة: B) أول أكسيد الكربون (CO)<br>السؤال 2<br>ما هو الملوّث المسؤول أساسًا عن ظاهرة الاحتباس الحراري؟<br>A) أكاسيد النيتروجين NOx<br>B) CO<br>C) $CO_2$ |

للاطلاع على الإجابة النموذجية
وكذا نقاط الامتحانات يرجى مسح الصورة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد بوضياف
بالمسيلة
كلية التكنولوجيا
القسم: هندسة ميكانيكية

| | |
|---|---|
| C) $CO_2$<br>D) Particulate matter<br>Answer: C) $CO_2$<br>Question 3<br>Nitrogen oxides (NOx) are mainly formed:<br>A) At low temperature<br>B) During incomplete combustion<br>C) At high temperature inside the cylinder<br>D) During exhaust gas cooling<br>Answer: C) At high temperature inside the cylinder<br>Question 4<br>Which pollutant is responsible for acid rain?<br>A) $CO_2$<br>B) HC<br>C) NOx and $SO_2$<br>D) Particulate matter<br>Answer: C) NOx and $SO_2$<br>Question 5<br>Unburned hydrocarbons (HC) mainly come from:<br>A) Incomplete combustion<br>B) Over-rich combustion<br>C) Excess air<br>D) Both A and B<br>Answer: D) Both A and B<br>Question 6<br>Which type of engine generally emits more particulate matter?<br>A) Naturally aspirated gasoline engine<br>B) Diesel engine<br>C) Electric motor<br>D) Hybrid engine<br>Answer: B) Diesel engine<br>Question<br>Which device mainly reduces NOx emissions?<br>A) Particulate filter<br>B) Catalytic converter<br>C) EGR valve<br>D) Muffler<br>Answer: C) EGR valve<br>Question 8<br>Which pollutant is carcinogenic and penetrates deep into the lungs?<br>A) $CO_2$<br>B) NO | D) الجسيمات الدقيقة<br>الإجابة: C) ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$)<br>السؤال 3<br>أساسًا (NOx) تتكوّن أكاسيد النيتروجين:<br>A) عند درجات حرارة منخفضة<br>B) أثناء الاحتراق غير الكامل<br>C) عند درجات حرارة مرتفعة داخل الأسطوانة<br>D) أثناء تبريد غازات العادم<br>الإجابة: C) عند درجات حرارة مرتفعة داخل الأسطوانة<br>السؤال 4<br>ما هو الملوّث المسؤول عن الأمطار الحمضية؟<br>A) $CO_2$<br>B) الهيدروكربونات HC<br>C) NOx و $SO_2$<br>D) الجسيمات الدقيقة<br>الإجابة: C) NOx و $SO_2$<br>السؤال 5<br>تنتج أساسًا عن الهيدروكربونات غير المحترقة (HC):<br>A) احتراق غير كامل<br>B) احتراق غني بالوقود<br>C) زيادة في الهواء<br>D) الإجابتان A و B<br>الإجابة: D) الإجابتان A و B<br>السؤال 6<br>أي نوع من المحركات يصدر عادةً كمية أكبر من الجسيمات الدقيقة؟<br>A) محرك بنزين طبيعي السحب<br>B) محرك ديزل<br>C) محرك كهربائي<br>D) محرك هجين<br>الإجابة: B) محرك ديزل<br><br>السؤال 7<br>أي جهاز يساهم أساسًا في تقليل انبعاثات NOx؟<br>A) مرشح الجسيمات<br>B) المحول الحفّاز<br>C) صمام إعادة تدوير غازات العادم (EGR)<br>D) كاتم الصوت<br>الإجابة: C) صمام EGR<br>السؤال 8<br>ي ملوّث يُعد مسرطنًا ويخترق الرئتين بعمق؟<br>A) $CO_2$<br>B) NO<br>C) الجسيمات الدقيقة (PM)<br>D) $O_2$<br>الإجابة: C) الجسيمات الدقيقة (PM) |

| | |
|---|---|
| C) Fine particles (PM)<br>D) $O_2$<br>Answer: C) Fine particles (PM)<br><br>Question 9<br>Which fuel produces the least $CO_2$ per unit of energy?<br>A) Gasoline<br>B) Diesel<br>C) LPG / Natural gas<br>D) Fuel oil<br>Answer: C) LPG / Natural gas<br>Question 10<br>The three-way catalytic converter acts on:<br>A) CO only<br>B) NOx only<br>C) HC only<br>D) CO, HC and NOx<br>Answer: D) CO, HC and NOx | السؤال 9<br>لكل وحدة طاقة؟ $CO_2$ أي وقود ينتج أقل كمية من<br>A) البنزين<br>B) الديزل<br>C) غاز البترول المسال / الغاز الطبيعي<br>D) زيت الوقود<br>الإجابة: C) غاز البترول المسال / الغاز الطبيعي<br>السؤال 10<br>المحوّل الحفّاز ثلاثي الاتجاهات يؤثر على:<br>A) CO فقط<br>B) NOx فقط<br>C) HC فقط<br>D) CO و HC و NOx<br>الإجابة: D) CO و HC و NOx |