237-407 Failure Mechanics and Analysis	Mid-term Examination	Page 1 of 9
Name	Student I D	

Department of Mining and Materials Engineering Faculty of Engineering Prince of Songkla University

Mid-term Examination for Semester: 1	Academic Year: 2015
Date: October 7, 2015	Time: 09.00 - 12.00
Subject: 237-407 Failure Mechanics and Analysis	Room: S104

Instructions

- 1. There are 3 problems (9 pages including cover page). Please do all of them. Write your answers in the space provided.
- 2. Dictionary and calculator are allowed.
- 3. Text books and course notes are not allowed.
- 4. This mid-term exam is accounted for 25% of the total grade.

Asst. Prof. Dr. Thawatchai Plookphol

Problem no.	Full score	Student's score
1	20	
2	30	
3	30	
Total	80	

237-407 Failure Mechanics and Analysis	Mid-term Examination	Page 2 of 9
Name	Student I.D	
Problem 1 (20 points)		
Explain the following terms: (please give answer)	example and/or draw diagr	am to support your
1.1 Energy release rate G_C (10 points)		
	•••••••	
		•••••
1.2 Plane strain fracture toughness, K_{IC} (10	points)	
	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	

237-407 Failure Mechanics and Analysis	Mid-term Examination	Page 3 of 9
Name	Student I.D	
Problem 2 (30 points)		
A cylindrical pressure vessel is rolled up fro welded together to produce a longitudinal w at hoop stress of 100 MPa for two possible t	m flat steel plate 10 mm thick, a elded seam. Calculate the stress ypes of weld defect:	and the edges are intensity factor <i>K</i>
2.1 A crack running along the whole length of the vessel to a depth of 5 mm; (10 points)	of the weld, and extending from	the inner surface
2.2 A through-thickness crack of length $2a =$	= 40 mm. (10 points)	
2.3 Which is the more dangerous crack, and	why? (10 points)	
	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	
	•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	
		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
	•••••	
		•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••

237-407 Failure Mechanics and Analysis	Mid-term Examination	Page 5 of 9

Name.....Student I.D.....

Problem 3 (30 points)

Consider a plate with an edge crack (see figure). The plate thickness is such that a plane strain condition is present.

Given: W = 1000 mm

	Yield strength σ_{ys}	Tensile strength σ_{uts}	Fracture toughness K_{IC}
Materials	(MPa)	(MPa)	(MPa√m)
Steel 4340	1470	1820	47.4
Al 7075 -T6	500	560	32.9

Answer the next questions for the two materials given in the table above:

3.1 Does fracture occur at a stress $\sigma = \frac{2}{3}\sigma_{ys}$ and a crack length a = 1 mm? (10 points)

3.2 What is the critical defect size at a stress
$$\sigma = \frac{2}{3}\sigma_{ys}$$
? (10 points)

3.3 What is the maximum stress for a crack length a = 1 mm without fracture? (10 points)



	•••	•••		•••		•••	•••	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••		••	•••	••	• •			• •		•••	•••	••	•••	••	•••	•••	•••	••	••	••		••	•••	•••	••	••	••	•••	•••	•••	••	•••	•••	•••
•••	••		•••	••	••	•••	••	••	••	••	•••	•••	••	•••	•••	• •	••	•••	• •		• •	• •	••	•••	•••	•••	••	•••	••	••	•••			•••	•••	••	•••	•••	•••		•••	••	•••	•••	• •	•••	••	••	• • •	•••	•••
•••	••	•••	•••	•••	••	•••		•••	••	••	••	•••	•••	••	••	••	••	•••	•••		•••	• •	•••	•••	•••		•••	•••	••	•••	••	•••	•••		•••	•••	••		••	•••	•••	• •	••	••	•••	•••		••	•••	• • •	•••
•••	•••	•••	•••	••	••	•••	•••	••	••	••	••	••	•••	••	••	•••	•••	• •	••	••	••	•••	••	•••	••	•••	• •	••	••	•••	•••	•••		•••	•••	••	•••	•••	••	•••	•••	• •	•••	•••	•••	•••	•••	••	• • •		•••
•••	••	•••		••	••	•••	•••	•••	••	••	••	••	••	••	• •	••	••	• •	••	••	••	••	•••	•••	• •		• •	• •	•••	••	••	•••		•••	•••	••	•••	••	•••		•••	••	•••	•••	•••		••	••	•••		•••
• • •	• •	•••		••	••	•••	••	••	••	••	••	••	••	••	•••	••	••	••	••	••	• •	•••	•••		•••	• • •	••	••	••	••	••	•••	•••		••	••	•••	••	••	• • •	•••	••	••	•••	•••		•••	••	•••	•••	•••
	••	•••	•••		••	•••	•••	••	••	•••	••	••	••	•••	• •	••		•••	• •		•••	••	•••	•••	•••	•••	• •	••	••	••	••	•••		•••	••	•••	•••	•••	••		•••	• •	••	•••	•••		•••	••	•••	•••	•••
•••	• •	•••		••	•••	••	••	••	•••	••	••	••	••	••	••	••		• •	• •	••	••	•••	•••		• •		•••	••	••	•••	••	•••	•••		••	•••	•••	•••	•••		•••	••	••	•••	•••		•••	••	•••	•••	•••
	••	•••	•••	••	•••	••	•••	••		••	••	••	••	••	••	••		•••	•••	••	••	• •		•••	•••	•••	•••	••	••	••	••	•••	•••	•••	••	•••	•••		••	•••	•••	• •	••	•••	•••		•••	••	•••	•••	•••

237-407 Failure Mechanics and Analysis	Mid-term Examination	Page 9 of 9
Name	Student I.D	

Given Formula

Theoretical cohesive strength

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{2E\gamma_s}{b}}$$

Inglis' formula

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{E\gamma_s}{4a}}$$

Griffith's equation (plane stress):

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{2E\gamma_s}{\pi a}}$$

Griffith's equation (plane strain):

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{2E\gamma_s}{\pi(1-\nu^2)a}}$$

Modified Griffith's equation:

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{2E(\gamma_s + \gamma_p)}{\pi a}}$$

Energy release rate:

$$G = \frac{\pi \sigma^2 a}{E}$$

Single edge notched plate :

$$K_{I} = C\sigma\sqrt{\pi a}$$

$$C = 1.122 - 0.231 \left(\frac{a}{W}\right) + 10.550 \left(\frac{a}{W}\right)^{2} - 21.710 \left(\frac{a}{W}\right)^{3} + 30.382 \left(\frac{a}{W}\right)^{4}$$



Center cracked plate :

$$K_I = C\sigma \sqrt{\pi a}$$

 $C = 1 + 0.256 \left(\frac{a}{W}\right) - 1.152 \left(\frac{a}{W}\right)^2 + 12.200 \left(\frac{a}{W}\right)^2$