The Islamic University
Technical Engineering College
Building & Construction Tech. Eng. Dept.
أستاذ الماده : دكتور علي العذاري

2021-2022

الجامعة الاسلامية
كلية الهندسة التقنية
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات

محاضرات مقاومه المواد/الجزء الأول
الجزء الثاني(اسئله محلوله وواجبات) يوزع اثناء المحاضرات

2022-2023

strength of material

مقاومه المواد

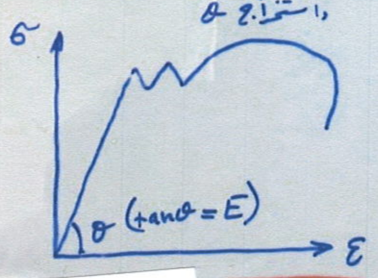
(2021-2022)

الصف الثاني/بناء وانشات

القسم الاول

ملاحظه : القسم الثاني(التمارين والواجبات) يوزع في اوقات المحاضرات

step3 الرسم لقيم σ , ε
واستخراج θ



$\tan\theta = \frac{\sigma}{\varepsilon}$

$\tan\theta \to E$
modulus of Elasticity
معامل المرونة

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$

نعوض القيم

$E = \frac{P/A}{\Delta l / l} \to \Delta l = \frac{Pl}{AE}$

مقاومة المواد
الصف الثاني / بناء وإنشاءات

1

I

1 - 10 - 2021
د. علي العزاري

σ Stress & Strain ε
الإجهاد — الانفعال

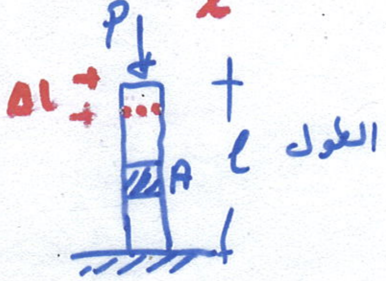
Stresses : Tension & Compression

stress: σ : force per unit Area القوة في وحدة المساحة

strain: ε : Elongation per unit length الاستطالة في وحدة الطول

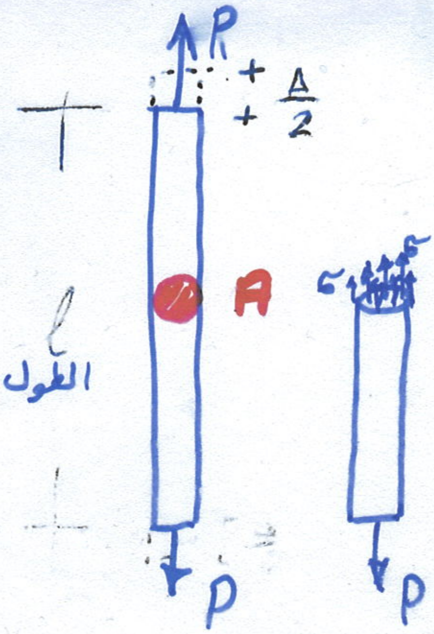
$$\sigma = \frac{P}{A} \quad [N/mm^2] \text{ الوحدات}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad [-] \text{ الوحدات}$$



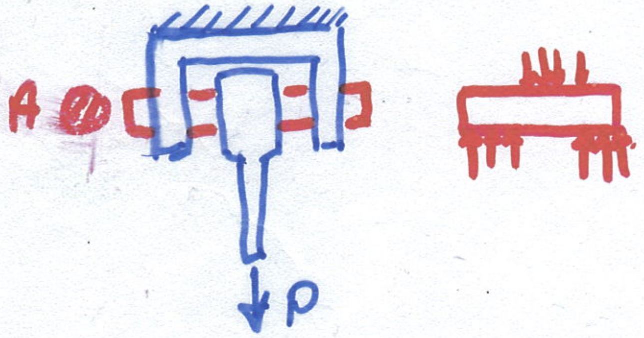
تقصر

Compression (contraction)

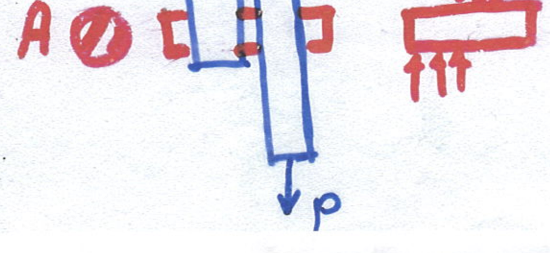


Tension (elongation)

Stresses Shearing stress (τ)

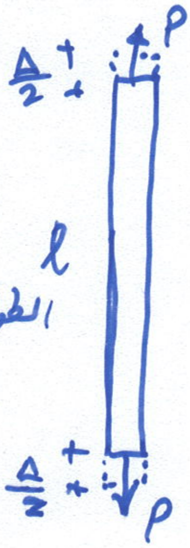


$$\tau = \frac{P}{2A} \quad \left[\frac{N}{mm^2}\right]$$



$$\tau = \frac{P}{A} \quad \left[\frac{N}{mm^2}\right]$$

Tensile Test فحص الشد

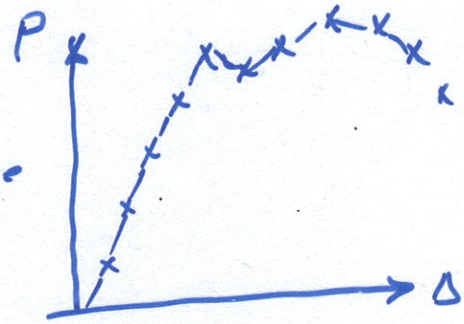


الطول

step 1

P [N]	Δ [mm]
..	..
..	..
..	..
..	..

→ Curve

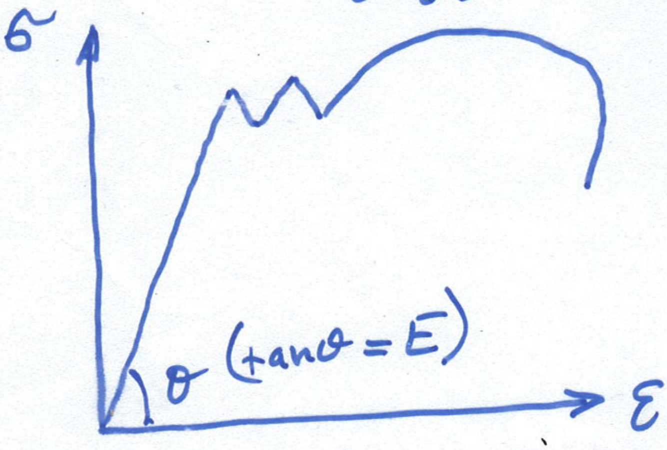


step 2 نقسم على الثوابت l و A

P/A	Δ/l	→	$\sigma\ (\frac{P}{A})$	$\varepsilon\ (\frac{\Delta l}{l})$
⋮	⋮		⋮	⋮

step 3

الرسم لقيم σ و ε واستخراج θ



$$\tan\theta = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$\tan\theta \rightarrow E$ modulus of Elasticity معامل المرونة

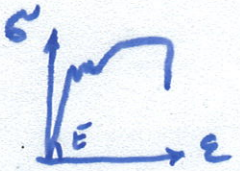
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

نعوض القيم

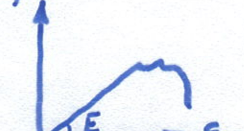
$$E = \frac{P/A}{\Delta l / l} \rightarrow \Delta l = \frac{Pl}{AE}$$

الاستطالة

$$\boxed{\Delta l = \frac{Pl}{AE}}$$



مادة قوية



مادة ضعيفة

قانون هوك

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

التناسب الخطي

E = Constant for every Materi

ثابتة لكل مادة

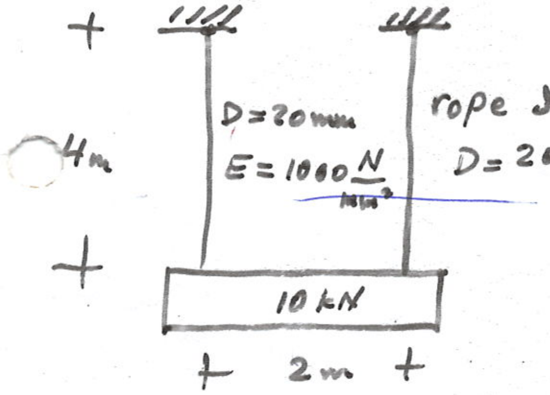
Exercises تمارين

stress & strain

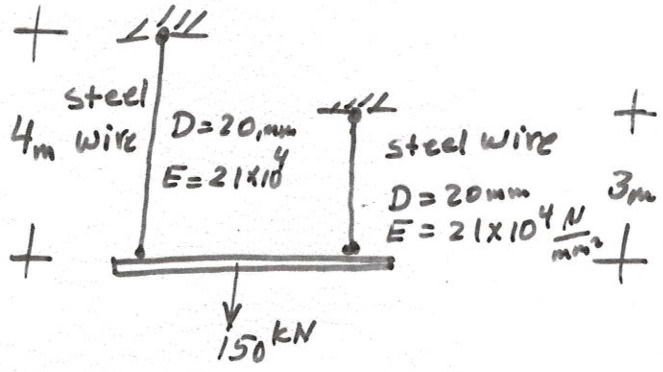
1. A steel Bar of dimension 1×6 mm and length $l = 30$ m. Calculate the stress and Elongation for a Force 50 N knowing that $E = 200 \times 10^3 \frac{N}{mm^2}$

Asw. : $\sigma = 8.34 \frac{N}{mm^2}$, $\Delta = 1.25$ mm

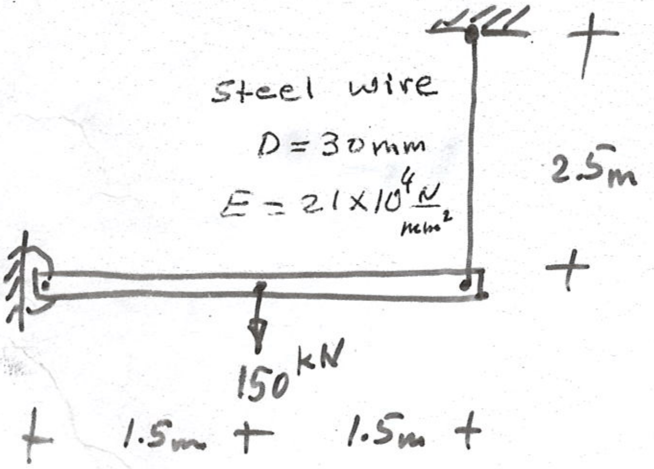
2. Find the Stresses and Elongation



[A]

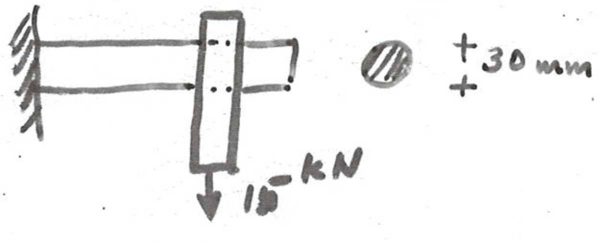


[B]



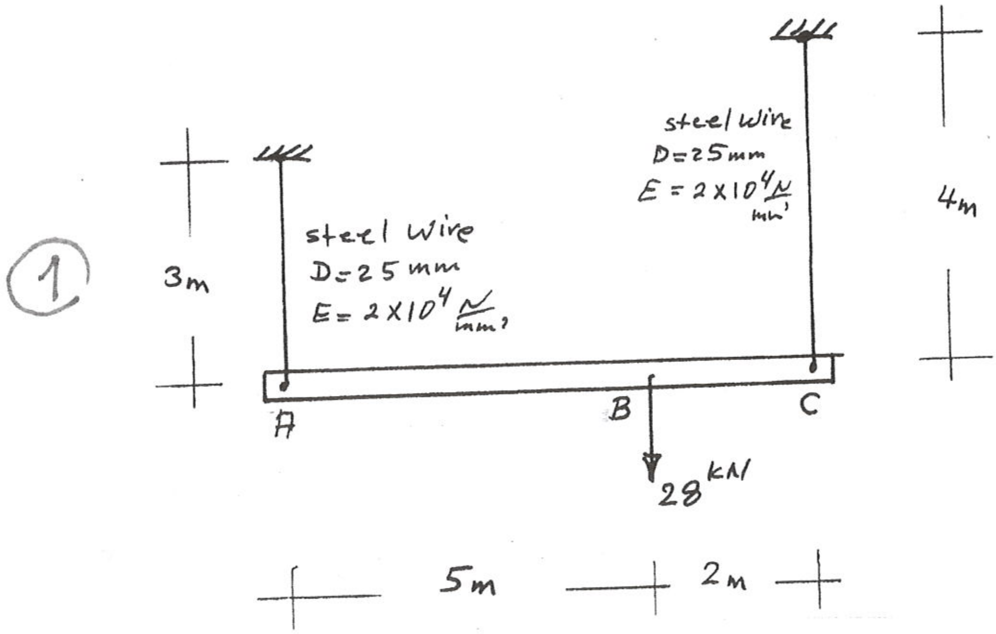
[C]

3. Calculate the shearing stresses in the Circular bar

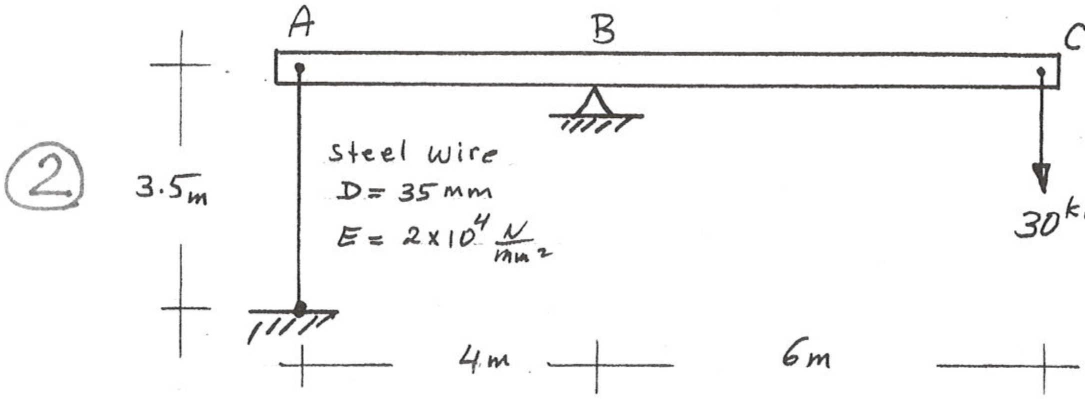


Strength of Materials

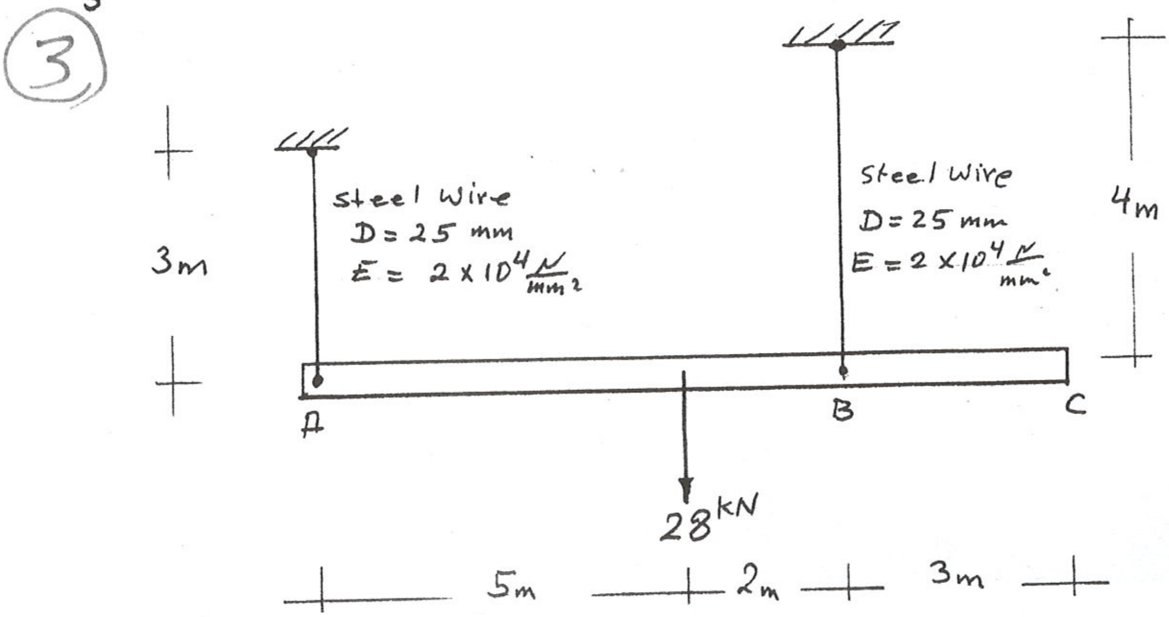
Q_1 – Calculate the vertical movement of points A, B and C



Q_2 - Calculate the vertical movement for points A, B and C



Q_3 - Calculate the vertical movement of points A, B and C



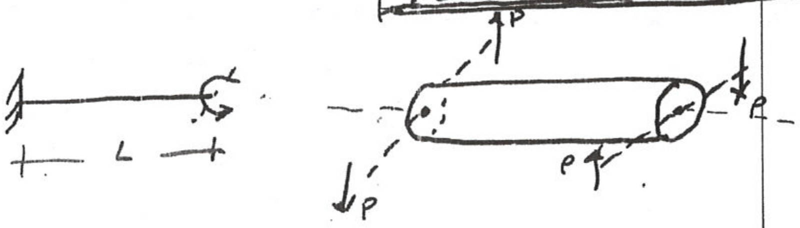
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

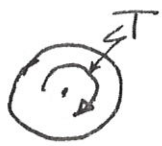
المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2018-2017
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

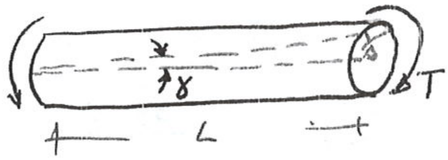
20 - 4 - 2016
د. علي العذاري

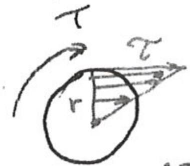
(10) الصف الثاني
1 مقاومة المواد

Torsion (الالتواء (اللي))







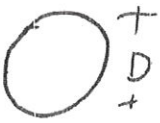


Torsional stress : $\tau = \frac{T r}{J}$

J : polar moment of Inertia

Polar moment of Inertia

$$J = \frac{\pi}{32}\left(D_o^4 - D_i^4\right)$$

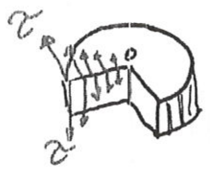


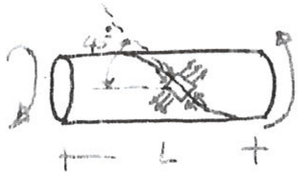
$$J = \frac{\pi D^4}{32}$$

Torsional strain γ → $G = \frac{\tau}{\gamma}$ $\frac{\text{stress}}{\text{strain}}$

modulus of Shear G

angle of twist $\theta = \frac{T L}{G J}$





ب

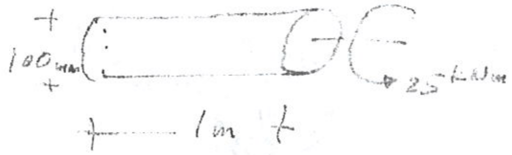
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

(12)
3

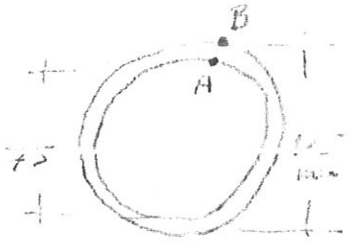
واجب

Q_1 - Calculate the Angle of twist θ for the bar using $G = 85 \times 10^3 \frac{N}{mm^2}$



Q_2 - If we have the inside shearing stress (point A) $\tau = 50 \frac{N}{mm}$

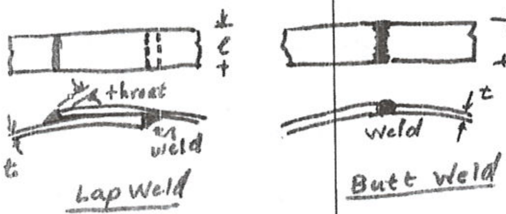
Calculate the Outside shearing stress (point B) i.e τ_{max}



الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

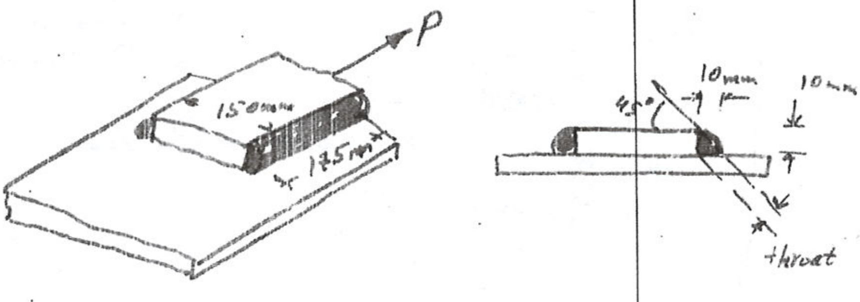
Welded Joints   الربط بمفاصل اللحام



σ (weld) = 112 $\frac{N}{mm^2}$ in Tension & Com

τ (weld) = 95 $\frac{N}{mm^2}$ in Shear

Example 2: Calculate the allowable Force P using the allowable shearing stress = 80 $\frac{N}{mm^2}$



(Answ: P = 198 kN)

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
لمادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

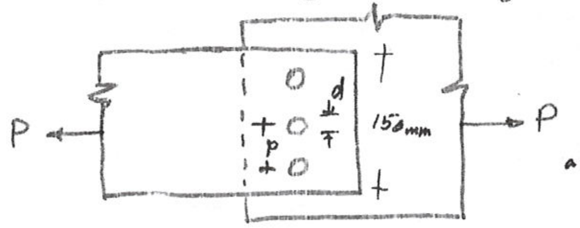
مقاومة المواد
الصف الثاني

واجب/ 16 سؤال للحل

10-11-2015
د.علي العذاري

Rivit and Welding Joints

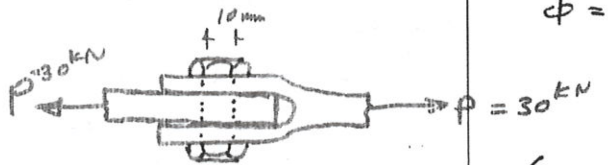
Q1- Find the strength of the joint using:



$t = 6mm$
$\phi = 12\ mm$
$p = 50\ mm$
allowable σ tensile $= 120\frac{N}{mm^2}$
σ Bearing $= 180$ "
τ shear $= 90$ "

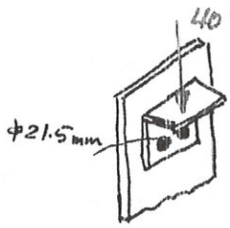
(Answ: 30.54 kN)

Q2- Calculate the stresses in the Rivit using: $P = 30^{kN}$
$\phi = 10mm$



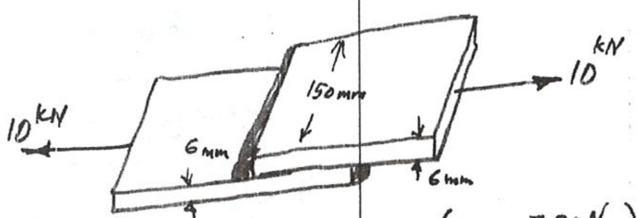
(Answ: $191\frac{N}{mm^2}$)

Q3- Calculate the shearing stress in the Rivit:



(Answ: $55\frac{N}{mm^2}$)

Q4- Calculate the stress in the weld



(Answ.: $7.86\frac{N}{mm^2}$)

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

2-12-2015
د.علي العذاري

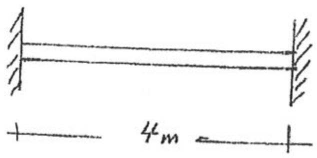
2

نماذج اسئلة امتحانية سابقة
الاجهادات الحرارية والانفعالات

(18) مقاومة المواد
الثاني

Thermal stresses and strain

Q1-calculate the force and stress acting on the beam when the temperature raise from 5 c to 75 c



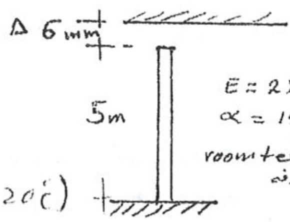
$E = 2\times10^3 \frac{N}{mm^2}$, $\alpha = 12\times10^{-6} \frac{1}{C^\circ}$, $A = 300\,mm^2$

t from 5° to $75^\circ C$

(Answer: $P = 0.504\,kN$, $\sigma = 1.26\,\frac{N}{mm^2}$) 1/18

Q2-calculate the raise of temperature inorder to close the Gape(6mm) for the column:

ارتفاع درجة الحرارة — غلق الشاقي



$E = 2\times10^5 \frac{N}{mm^2}$

$\alpha = 12\times10^{-6} \frac{1}{C^\circ}$

room temperature $= 20^\circ C$

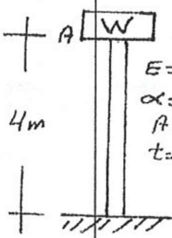
حرارة الغرفة

(Answer: $t_2 = 120^\circ C$)

Q3-a) calculate the weight W inorder to compel point A to stay in it's position when the temperature raise from 5 c to 75 c

b) what happen to point A when we remove the weight W with the same raise in temperature?

تجبر — تبقى — موضعها — رفع الثقل — ماذا يحدث — بنفس الحرارة



$E = 2\times10^3$

$\alpha = 12\times10^{-6}$

$A = 300\,mm^2$

t = from 5° to 75°

(Answer: a) 0.54 kN
b) 3.36 mm)

Q4-

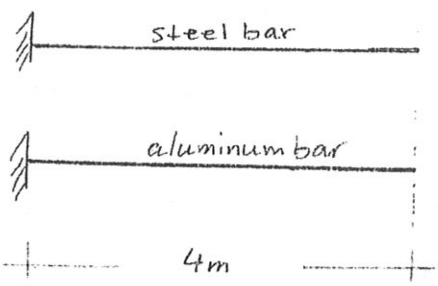
فرق الاستطالة

Calculate elongation difference between the 2-bars shown below when the temperature raise from 30 to $120^\circ C$

steel: $E = 2\times10^5 \frac{N}{mm^2}$

$\alpha = 12\times10^{-6} \frac{1}{C^\circ}$

$\Delta L_1 - \Delta L_2$



Aluminum: $E = 0.5\times10^5\ N/mm^2$

$\alpha = 23\times10^{-6} \frac{1}{C^\circ}$

(Answer: $\Delta = 3.96\,mm$)

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

٢٠١٦/١/١٤ - ٢٠١٦/١٢/٩
د. علي العذاري

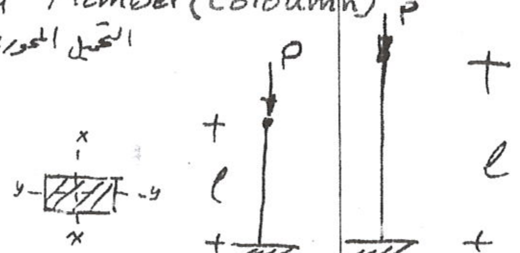
-1-
مقاومة المواد

(29)

الصف الثاني/ مدني

Axialy loaded Member (coloumn)

التحميل المحوري للأعمدة

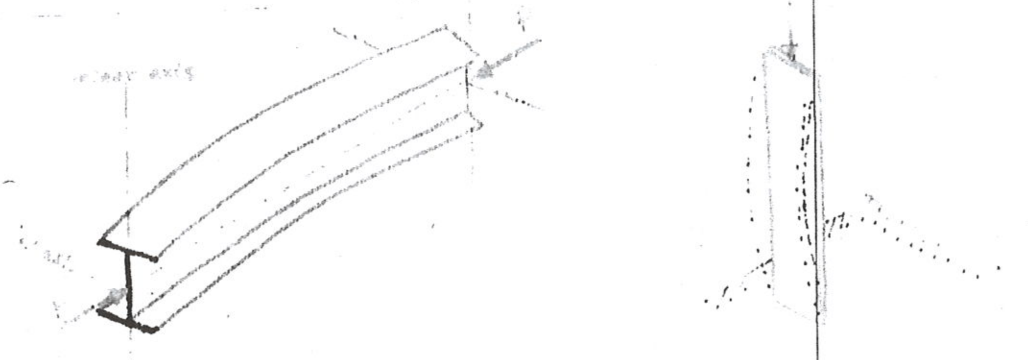


Types of Column : → 1) Short coloumn 2) long coloumn

slenderness ratio (نسبة النحافة) = $\frac{\text{effective length}}{\text{Least radius of gyration}}$

$$\lambda = \frac{l_e}{r_y}$$

failure:
- short Column (compression failure) $= \sigma_c$
- long Column (Buckling (إنبعاج) or Bending failure) $< \sigma_c$



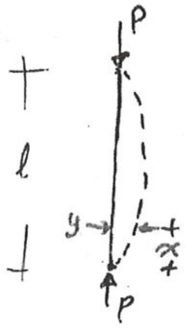
References:
1) Structure, theory and analysis by Williams & Todd, USA 2000
2) Theory of elastic stability by Timoshenko & Gere, USA 1961
3) The stability of frames by Merchant & Horne, England 1965
4) Strength of Material, by G. K. HIRASKAR, khanna publishers, Delhi, India

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2018-2017
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

Euler' Formula for long Coloumn: (Buckling Load)

30



$$M_x = EI\frac{d^2y}{dx^2} = -Py$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{Py}{EI} = 0$$

solving the differential equation for P gives:

the least Buckling load

$$\boxed{P_E = \frac{\pi^2 EI}{l^2}}$$

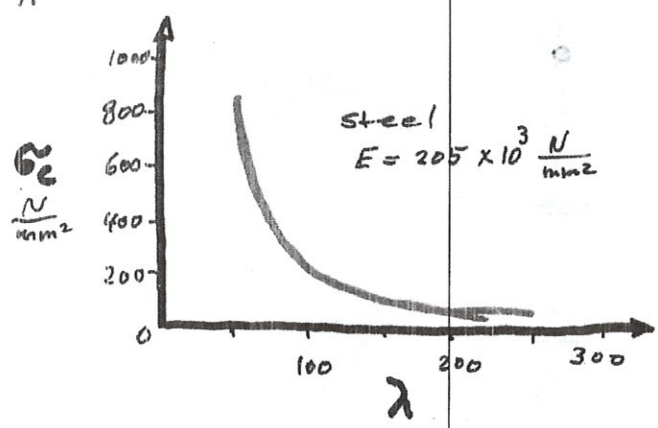
for the stress at Buckling σ_c :

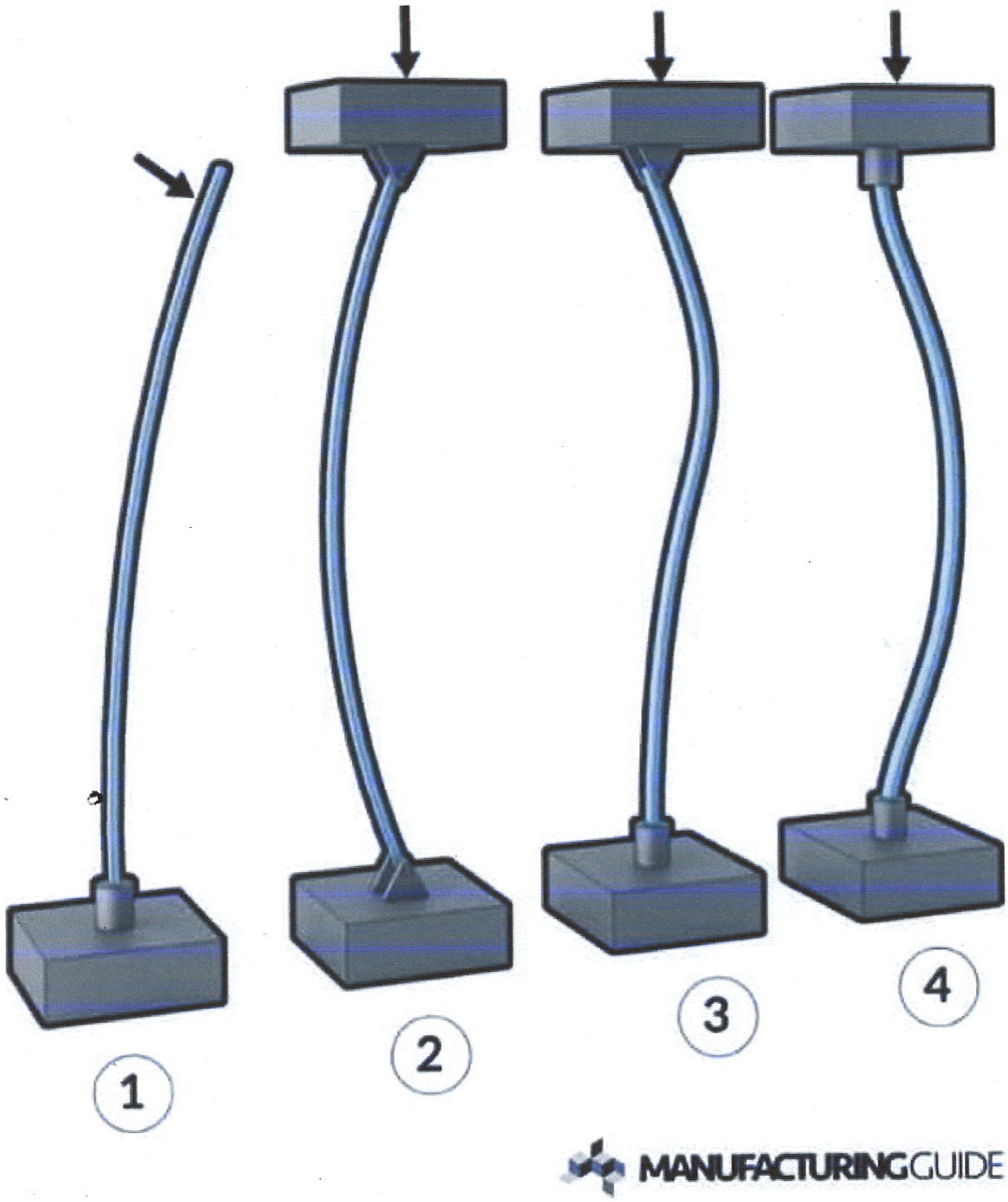
$$P_E = \frac{\pi^2 EI}{l^2} \quad , \quad \sigma_c = \frac{P}{A} \rightarrow P = \sigma_c A$$

$$\sigma_c A = \frac{\pi^2 EI}{l^2}\cdot\frac{A}{A} \rightarrow \text{use radius of gyration: } r^2 = \frac{I}{A}$$

$$\sigma_c = \frac{\pi^2 E}{l_e^2}\cdot r_y^2 \rightarrow \text{use Slenderness ratio: } \lambda = \frac{l_e}{r_y}$$

$$\sigma_c = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$



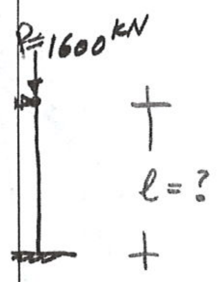

1
2
3
4
MANUFACTURINGGUIDE

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2018-2017
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

Example1:

A steel W254×89 Column shown with
$A = 11400 \ mm^2$
$I = 48.49 \times 10^6 \ mm^4$, $E \simeq 205 \times 10^3 \ N/mm^2$
Calculate the greatest length of Column that can be used without buckling.



Solution:

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{1600 \times 10^3}{11400} = 140.4 \ MPa$$

$$\sigma_c = \pi^2 \frac{E}{\lambda^2} \qquad \lambda = \frac{l_e}{r_y}$$

Slenderness ratio → $\lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_c}} = \pi \sqrt{\frac{205 \times 10^3}{140.4}} = 120$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{48.49 \times 10^6}{11400}} = 65.2 \ mm$$

for fixed – pinned member $l_e = 0.7\,l$, the Slenderness ratio can be written as

$$\lambda = \frac{l_e}{r_y} = \frac{0.7\,l}{65.2}$$

$$120 = \frac{0.7\,l}{65.2}$$

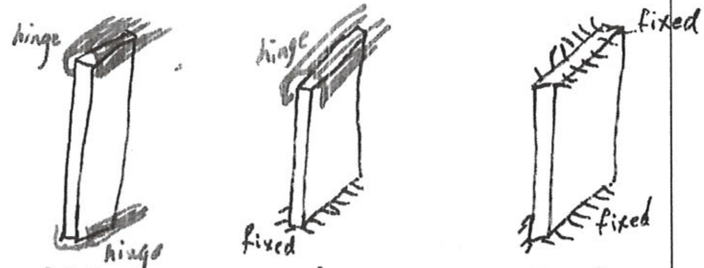
$$l = 11177 \ mm$$

$$l = 11.18 \ m$$

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

34



(a) (b) (c)

Solution

a) major $P_c = \frac{\pi^2 E I_x}{\ell^2} = 70.16$ kN

من الفصل السابق
$I_x = 72 \times 10^4$ mm^4
$I_y = 32 \times 10^4$ mm^4

minor $P_c = \frac{\pi^2 E I_y}{\ell^2} = \underline{31.192}$ kN ✓

$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{31.192}{40 \times 60} = 13$ Mpa $(\frac{N}{mm^2})$

$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{32 \times 10^4}{40 \times 60}} = 11.54$

$\lambda = \frac{\ell_e}{r_y} = \frac{2 \times 4500}{11.54} = 779$

b) $P_{cx} = 143$ kN $\rightarrow \left[\left(2.04 \frac{\pi^2 E I_x}{\ell^2}\right) = 2.04 \times 70.16 = 143^{kN}\right]$

$= 2.04 \times 31.192 = \underline{63}^{kN}$]

$P_{cy} = 63 \rightarrow \left[2.04 \frac{\pi^2 E I_y}{\ell^2}\right.$

$\sigma = 26.25 \rightarrow \frac{63.}{40 \times 60} = 26.25 \frac{N}{mm^2}$

$r = 11.54$

$\lambda = \frac{0.7 \times 4500}{11.54} = 272$

c) $P_{cx} = 280$ kN

$P_{cy} = 124$ kN

$\sigma = 52$

$r = 11.54$

$\lambda = \frac{0.5 \times 4500}{11.54} = 195$

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2018-2017
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

٢٠١٧/٧/٤ – ٢٠٢٤/١٢/٤
د.علي العذاري

36

مقاومة المواد
المرحلة الثانية

Axialy loaded Member

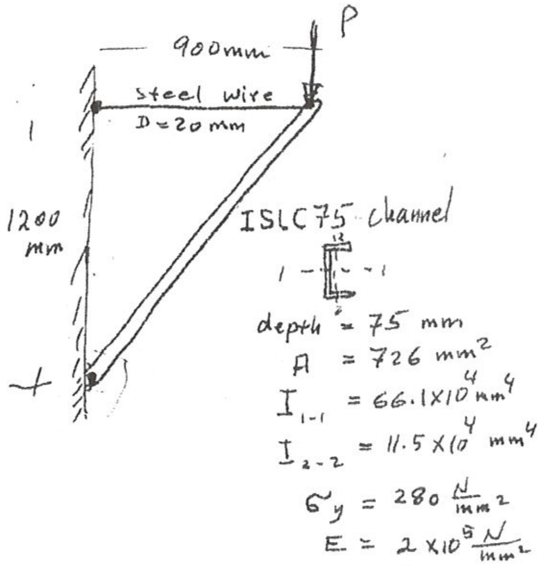
Q_1- A 180 cm length of ISWB150 Standard I-Beam is to be as a pin-ended coloumn. Calculate the critical value of the load

(Answ: P_{cr} = 576 kN)

Q_2 - An ISWB 550 steel Beam is to be used as a coloumn 13.5 m long with the lower end built-in and the upper end pinned. Calculate the max compressive load that the column can carry.

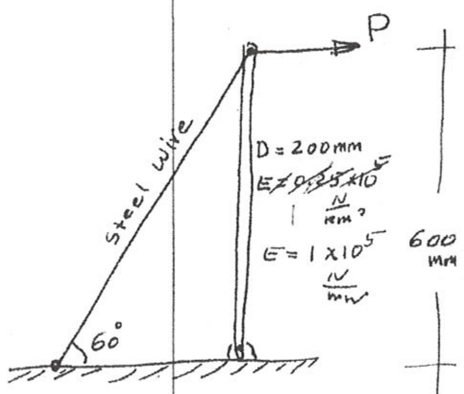
(Answ: 825 kN)

Q_4 - Find the largest value of the vertical load P that the structure can support?



الجواب (Answ: P_{max} = 80.63 kN)

Q4. Find the maximum value of the horizontal force P that can be applied at the of the pole without causing collaps?



(Answ: P = 124 kN) الجواب

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

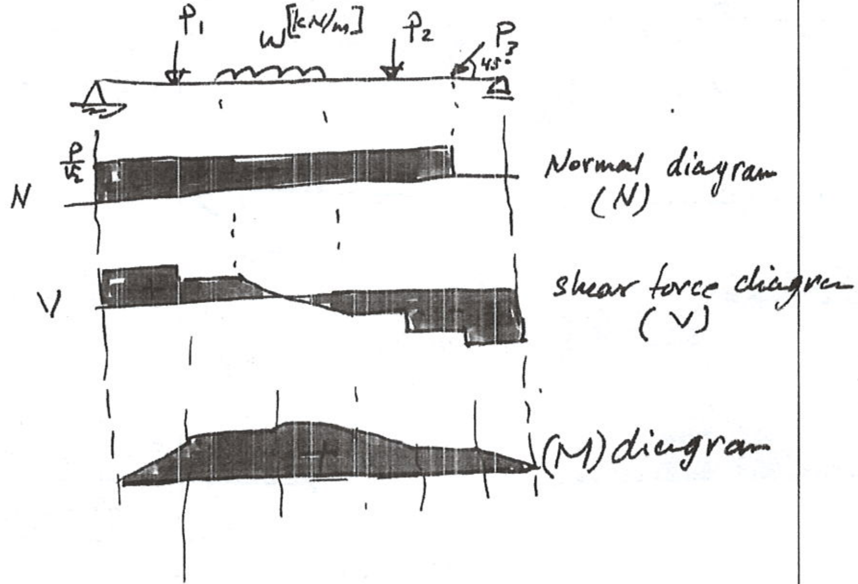
المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

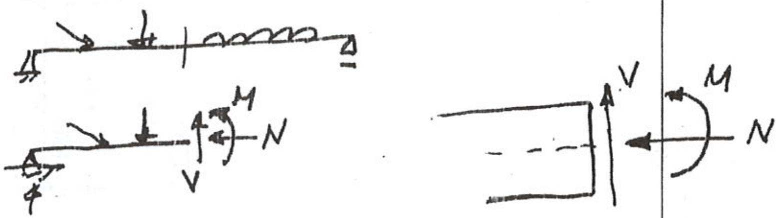
الكلية الاسلامية الجامعة - النجف الاشرف
Strength of Mat. مقاومة المواد
د. علي العذاري
20-2-2018

مقاومة المواد (20)
الصف الثاني - قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات

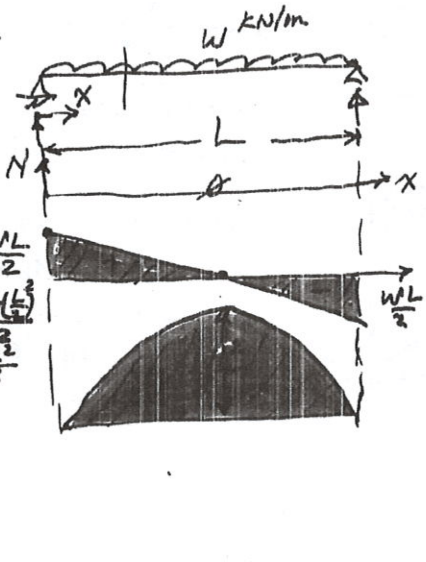
Bending moment, Shearing force and Normal force DIAGRAM

مخططات عزوم الانحناء وقوى القص والقوى المحورية





Case 1



at $x = 0$

$V = \frac{WL}{2}$

$M = 0$

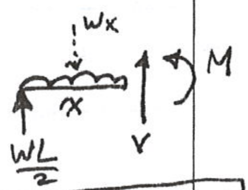
at $x = \frac{L}{2}$

$V = 0$

$M = \frac{WL}{2} \cdot \frac{L}{2} - W\frac{\left(\frac{L}{2}\right)^2}{2}$

$= \frac{Wl^2}{4} - \frac{Wl^2}{8}$

$\boxed{M = \frac{Wl^2}{8}}$



$\boxed{V = \frac{WL}{2} - Wx}$ معادلة الخط المستقيم

$M = \frac{WL}{2} \cdot x - Wx \cdot \frac{x}{2}$

$\boxed{M = \frac{WL}{2}x - W\frac{x^2}{2}}$

معادلة القطع المكافئ Parabola

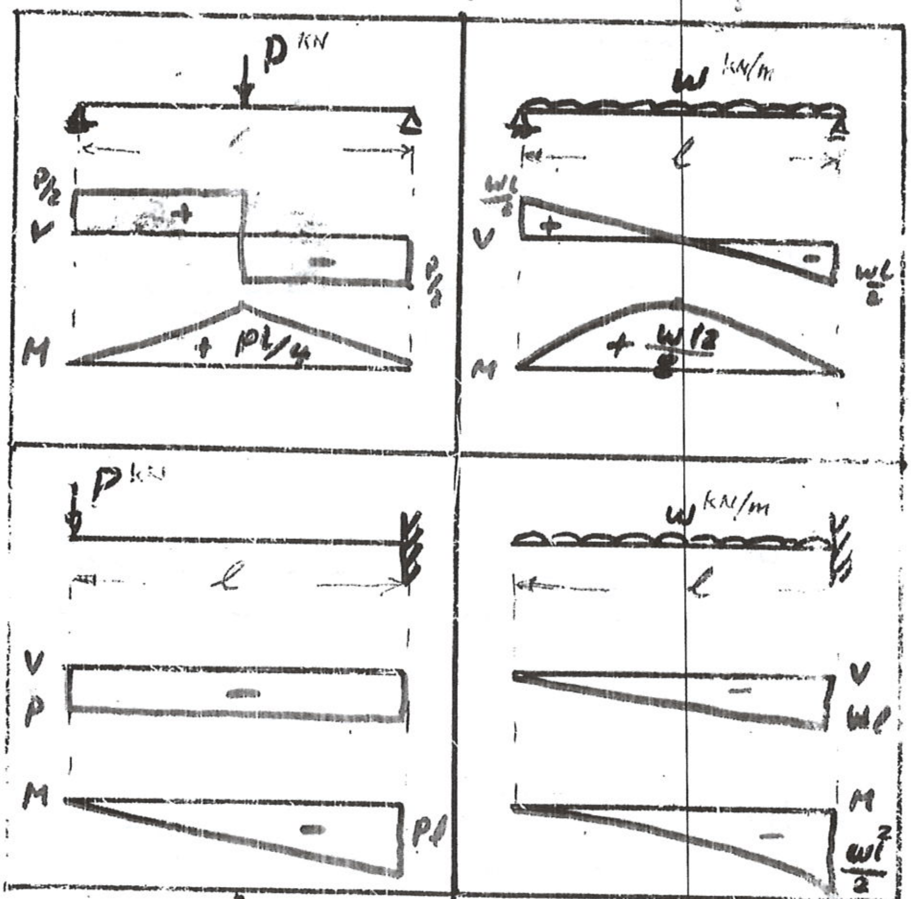
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

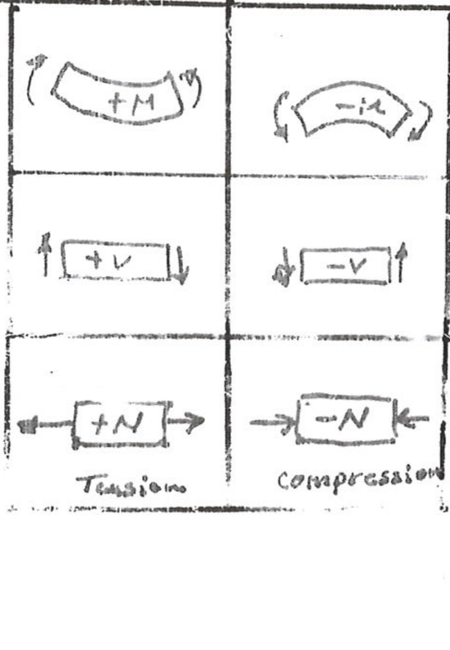
المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

د. علي العذاري   مقاومة المواد / الصف الثاني   -8-   (27)

20-2-2016 Bending moment & Shearing Force & Normal force Diagrams

مخططات عزوم الانحناء وقوى القص والقوى المحورية





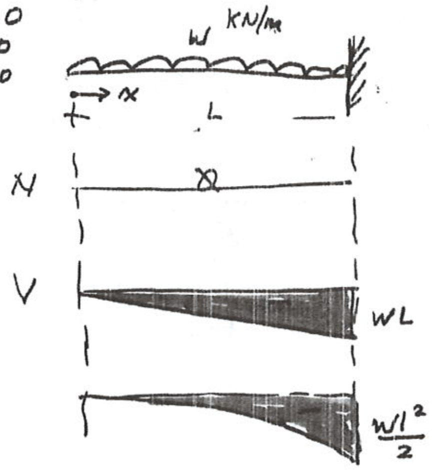
التنافي الاشارة
Sign Convention

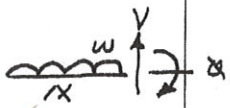
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

Case 4

at x = 0
V = 0
M = 0





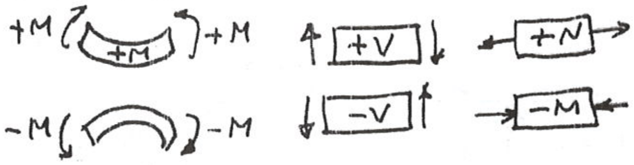
$V = w x$ خط مستقيم

$M = w x \cdot \frac{x}{2} = \frac{w x^2}{2}$ خط منحني M

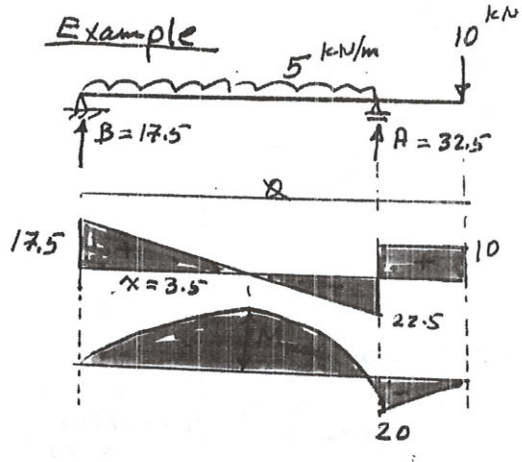
at x = 0
V = 0
M = 0

at x = L
V = wL
$M = \frac{wl^2}{2}$

Sign convention اتفاقية الاشارة



Example



$A \times 8 - 5 \times 8 \times 4 - 10 \times 10 = 0$

$A = \frac{260}{8} = 32.5 \text{ kN}$

$B \times 8 + 10 \times 2 - 5 \times 8 \times 4 = 0$

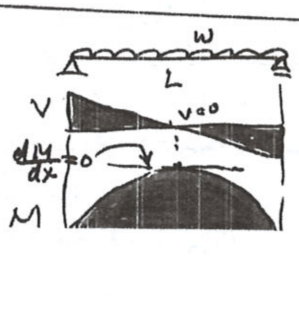
$B = \frac{140}{8} = 17.5 \text{ kN}$

M_{max} @ $V = 0$

$\frac{17.5}{x} = \frac{22.5}{8 - x} \rightarrow x = 3.5 \text{ m}$

$M = 17.5 \times 3.5 - 5 \times 3.5 \times \frac{3.5}{2}$

$= 30.625 \text{ kNm}$



$M = \frac{wL}{2} \cdot x - w \frac{x^2}{2}$, $V = \frac{wL}{2} - w x$

$\frac{dM}{dx} = \frac{wL}{2} - w \cdot 2 \frac{x}{2} = 0 \rightarrow \frac{wL}{2} - w x = 0 \quad x = \frac{L}{2}$

$\frac{dM}{dx} = \frac{wL}{2} - w x \longrightarrow V$

ملاحظة: في الحمل المنتشر تكون العزم اعلى قيمة عند نقطة V=0

$\therefore M_{max}$ @ $V = 0$

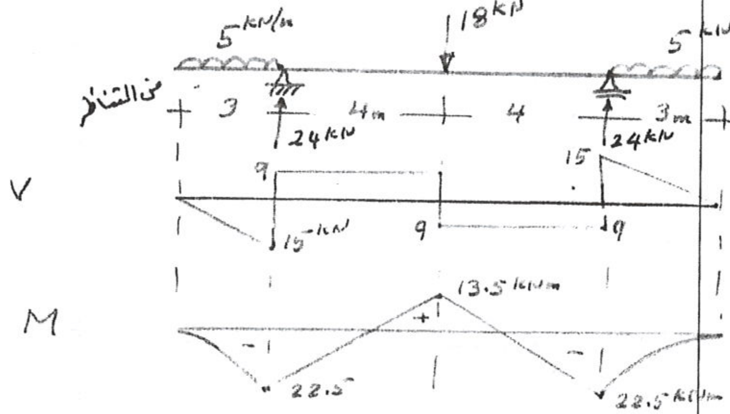
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

-5-

(24)

(4)



M cantilever

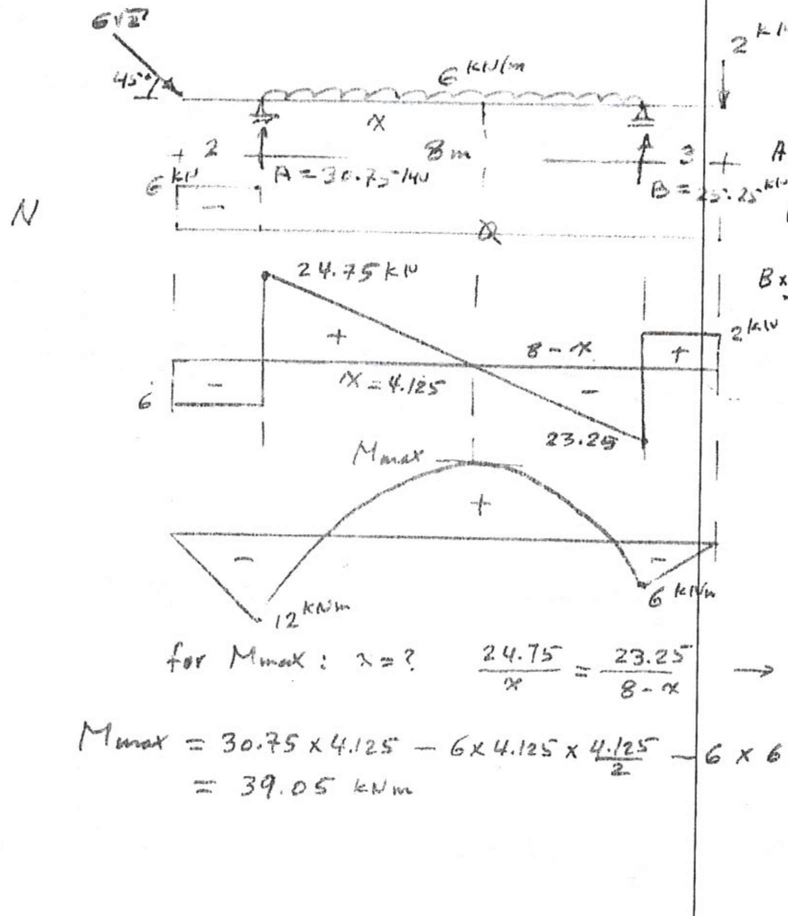
$M = 5 \times 3 \times 1.5 = 22$ kN

M at midspan:

$M = 24 \times 4 - 5 \times 3 \times 5$

$= 13.5$ kNm

(5)



$A \times 8 + 2 \times 3 - 6 \times 1 \cdot$
$- 6 \times 8 \times 4 =$
$A = 30.75$ kN

$B \times 8 + 6 \times 2 - 2 \times 11$
$- 6 \times 8 \times 4 =$
$B = 25.25$

for Mmax : x = ? $\quad \frac{24.75}{x} = \frac{23.25}{8-x} \rightarrow x = 4.125$ m

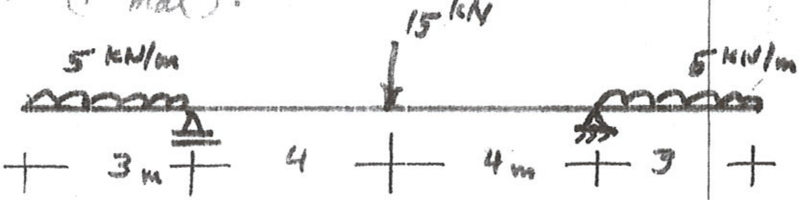
$M_{max} = 30.75 \times 4.125 - 6 \times 4.125 \times \frac{4.125}{2} - 6 \times 6.125$
$= 39.05$ kNm

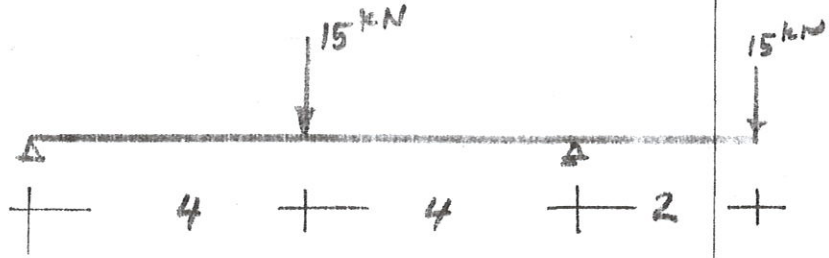
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

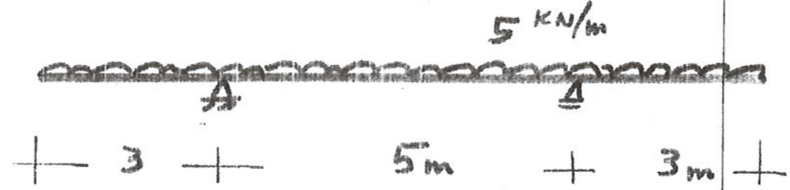
المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

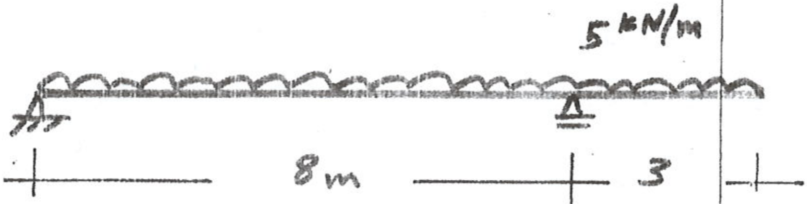
- 9 -

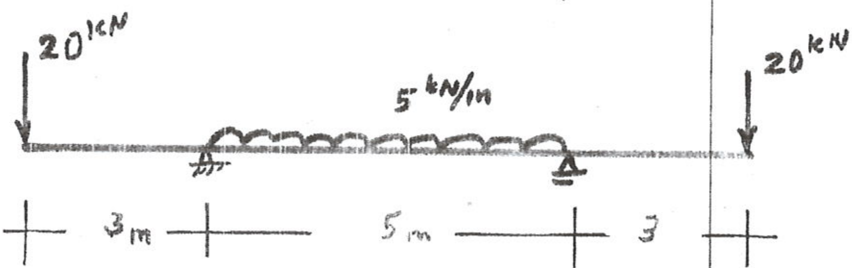
Draw the Bending moment and shearing force for the following. Locate (M_{max}):

1)


2)


3)


4)


5)


الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

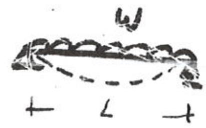
المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

~ 1 ~

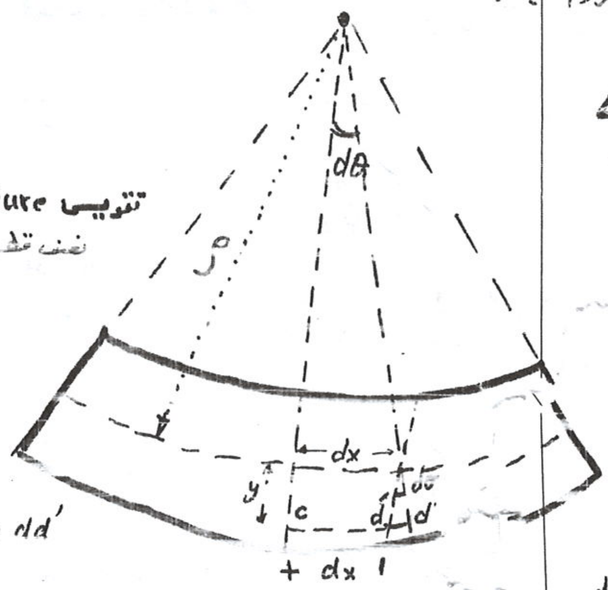
د. علي العذاري 28-2-2017

Bending stresses in Beams

اجهادات العزوم في الجسور



$\frac{1}{\rho}$ = Curvature تقويس
ρ = نصف قطر التقوس



cd' elongate by dd'

$dd' = y\,d\theta$

original length was $cd' = dx$

$d\theta = \frac{dx}{\rho}$

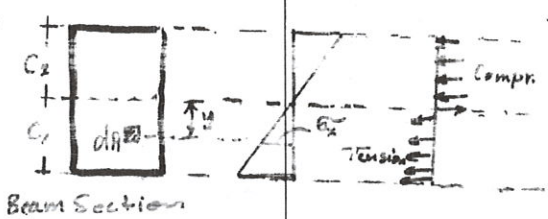
$\rho = \frac{dx}{d\theta}$

$$\varepsilon_x = \frac{dd'}{cd'} = \frac{y\,d\theta}{dx} = y\frac{d\theta}{dx} = \frac{y}{\frac{dx}{d\theta}} = \frac{y}{\rho}$$

$$\varepsilon_x = \frac{y}{\rho}$$

Stress in the Fiber at (y) distance

$$\sigma_x = \varepsilon_x \cdot E = \frac{y}{\rho} \cdot E$$



Force at $dA = \sigma_x \cdot dA$

$$= \frac{y}{\rho} \cdot E\,dA$$

$$= \frac{E}{\rho}\int y\,dA$$

$I = \int y^2 dA$ = moment of Inertia

M = Force x distance

$$M = \int \sigma_x\,dA \cdot y = \frac{E}{\rho}\int y\,dA \cdot y = \frac{E}{\rho}\int y^2 dA$$

$$M = \frac{E}{\rho} \cdot I \qquad \frac{M}{EI} = \frac{1}{\rho}$$

$$\boxed{\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI}}$$

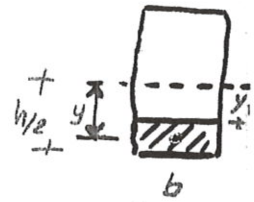
(35) (51)

$$\int_{y_1}^{c_1} y\,dA = Q$$

عزم المساحة حول المحور المحايد
moment of Area about Neutral axis

$$\boxed{\tau = \frac{VQ}{Ib}}$$

I : moment of Inertia
V : Shearing Force from Shear Force Diagram



$$Q = \int_{y_1}^{c_1} y\,dA = \int_{y_1}^{h/2} y\,b\,dy = b\int_{y_1}^{h/2} y\,dy$$

$$Q = b\left(\frac{h}{2} - y_1\right)\cdot\left[y_1 + \frac{1}{2}\left(\frac{h}{2} - y_1\right)\right]$$

$$= b\left(\frac{h}{2} - y_1\right)y_1 + \frac{b}{2}\left(\frac{h}{2} - y_1\right)^2$$

$$\vdots$$

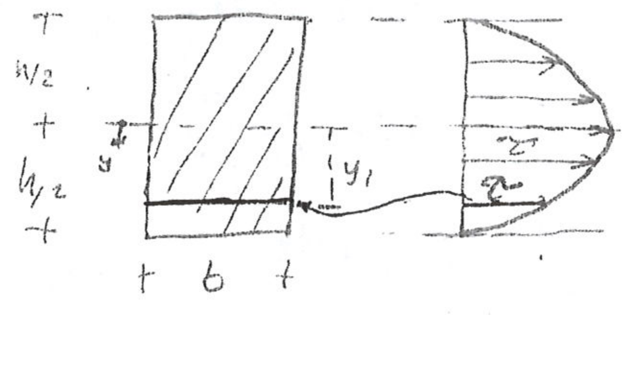
$$= \frac{b}{2}\left(\frac{h^2}{4} - y_1^2\right)$$

$$\therefore \tau = \frac{V}{2I}\left(\frac{h^2}{4} - y_1^2\right)$$

$I = \frac{bh^3}{12}$

V : Shear Force

توزيع قوى القص على المقطع



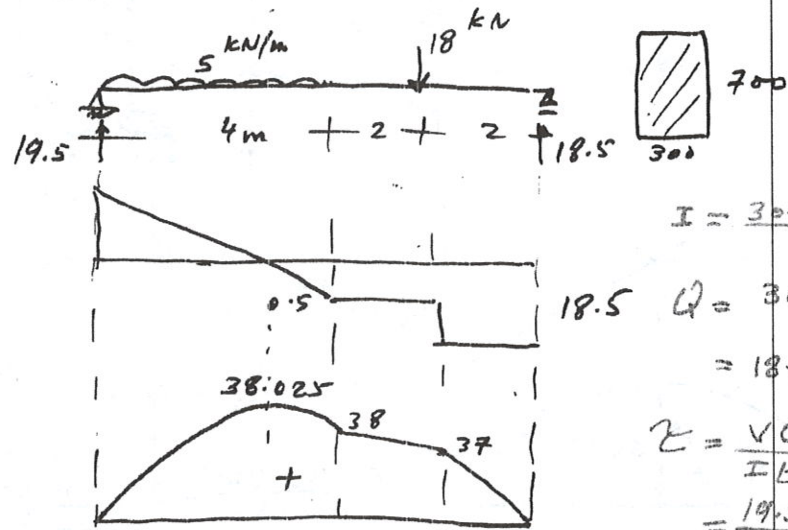
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

٢٠١٥/٢/٧

(36) (52)

Example: Calculate the Shearing Stress acting on Beam



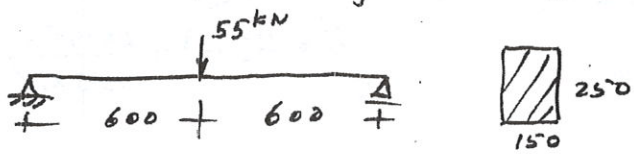
$$I = \frac{300 \times 700^3}{12} = 85.75 \times 10^8 \ mm^4$$

$$Q = 300 \times 350 \times \frac{350}{2} = 18.38 \times 10^6 \ mm^3$$

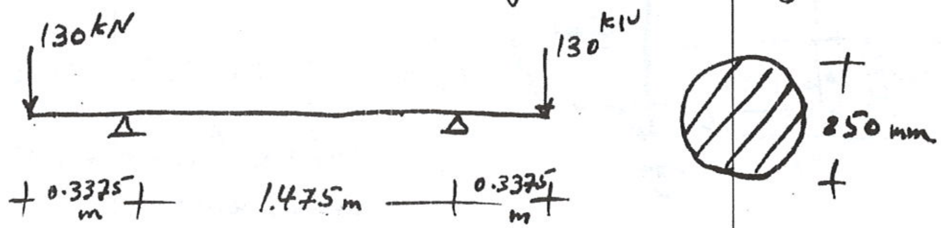
$$\tau = \frac{VQ}{Ib} = \frac{19.5 \times 10^3 \times 18.38 \times 10^6}{85.75 \times 10^8 \times 300} = 0.139 \ \frac{N}{mm^2}$$

واجب

Q_1 Calculate the max Shearing stresses τ in the Beam :



Q_2 - Calculate the max Shearing Stresses acting on the Beam



Note : the Centroid of half circle is : $\frac{4}{3}\frac{r}{\pi}$

the moment of Inertia of the circle : $I = \frac{\pi D^4}{}$

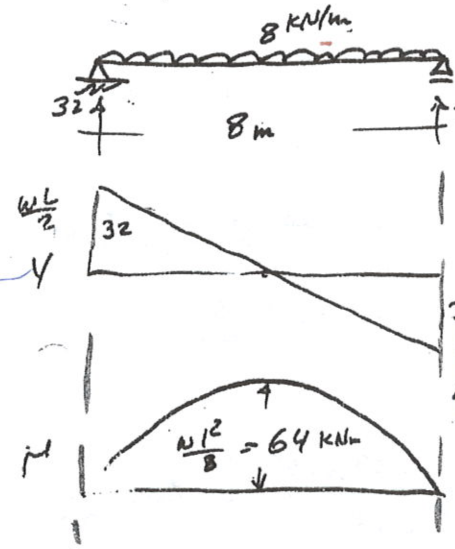
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

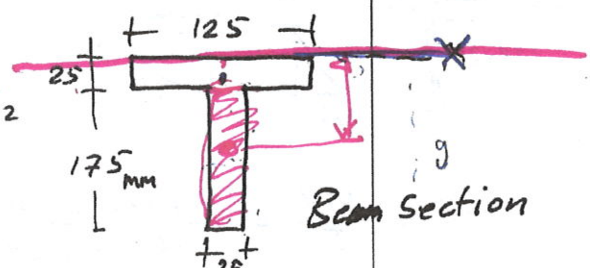
المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2018-2017
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

-5-

(54)

Example 2: Calculate the σ_{max} and τ_{max} for the Beam





$A = 125 \times 25 + 175 \times 25 = 7500$

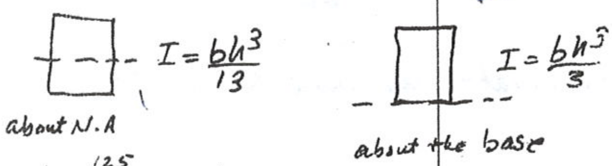
$A \cdot y = 125 \times 25 \times 12.5 + 175 \times 25 \times 112.5$

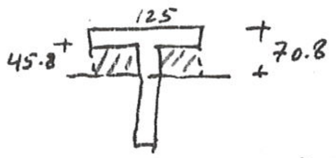
$\frac{175}{2} + 25 = 112.5$

$y = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2}{A_1 + A_2}$

$\bar{y} = \frac{39062 + 492187}{7500}$

$= \frac{531250}{7500} = 70.8$ mm





$I = \frac{125 \times 70.8^3}{3} + \frac{25 \times 129.2^3}{3} - 2 \times \frac{50 \times 45.8^3}{3}$

$I = 14.78 \times 10^6 + 17.97 \times 10^6 - 3.2 \times 10^6 = 29.55 \times 10^6$ mm^4

for Q

$Q = 129.2 \times 25 \times \frac{129.2}{2} = 0.209 \times 10^6$ mm^3

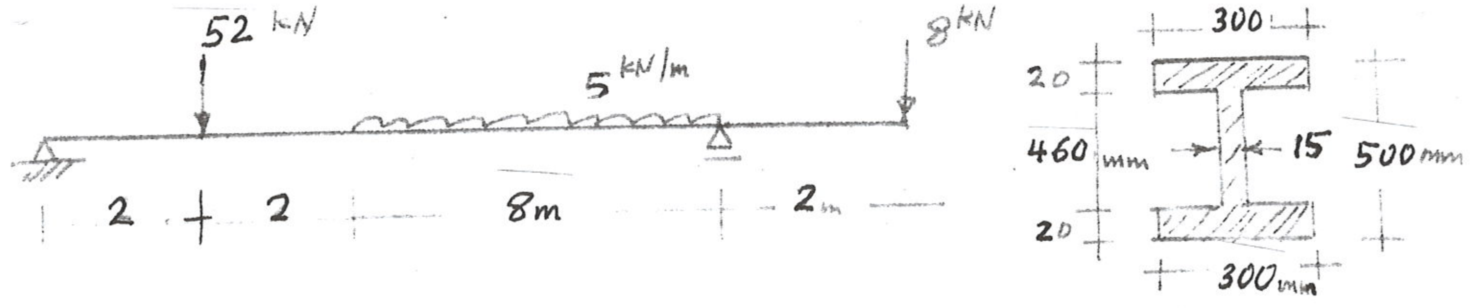
I =

$y = \frac{A \cdot y}{A}$

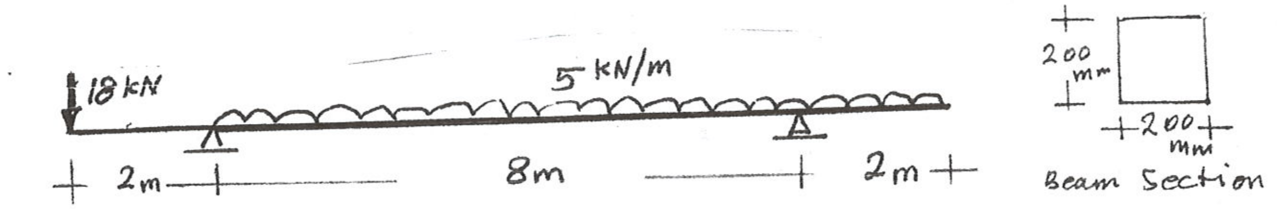
$A \cdot y = A \cdot y$

6 - 5 - 2021

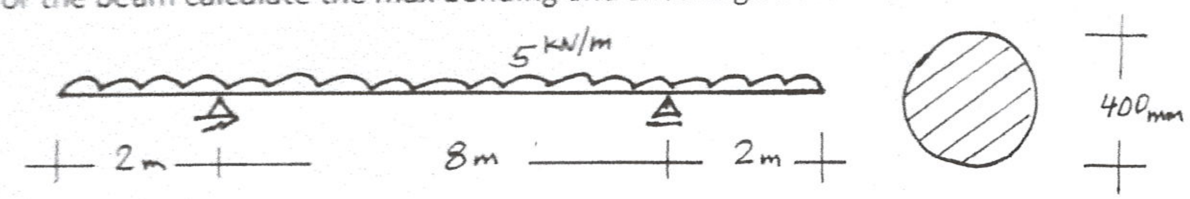
Q2-calculate the Maximum Bending & Shearing STRESSES



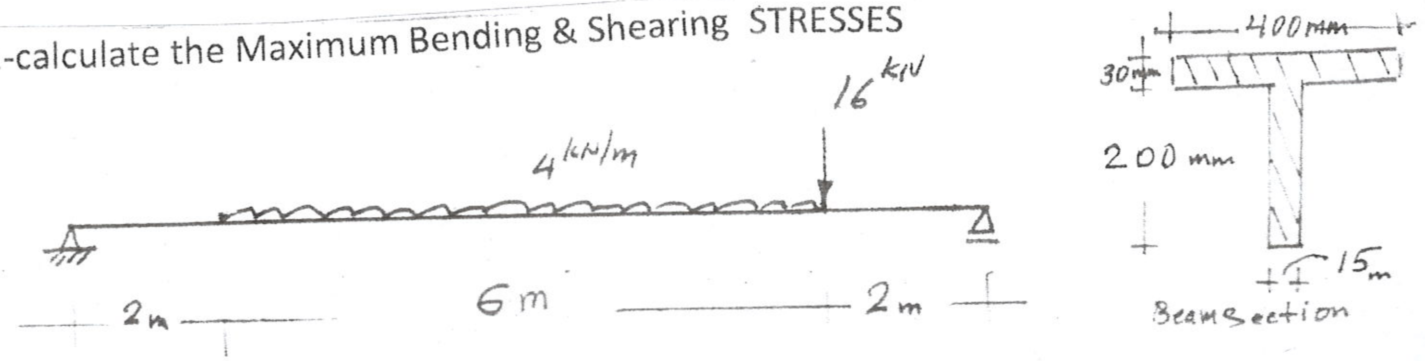
Q1-Draw the Bending &Shearing Force and calculate The stresses



Q1-for the beam calculate the max bending and shearing stresses



Q1-calculate the Maximum Bending & Shearing STRESSES



الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2018-2017
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

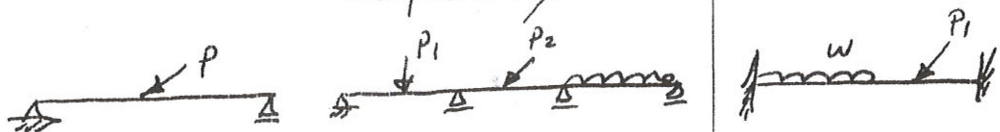
(37)

٢٠١٦/١/٤
٢٠١٥/٢/٢٠
د. علي العذاري

-1-

مقاومة المواد
الصف الثاني / مدني

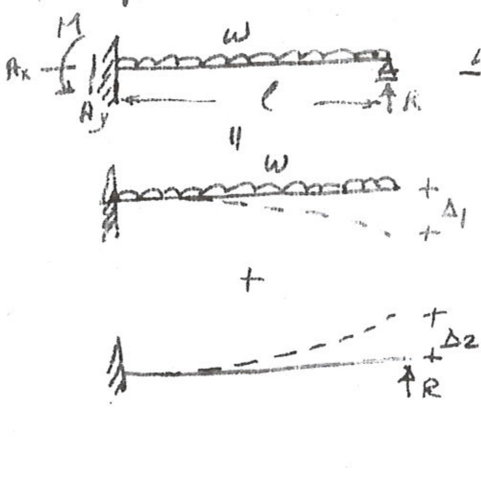
Equation of Equilibrium and Compatibility (التوازن)



عدد المجاهيل	3	5	6
عدد معادلات التوازن	3	3	3
الفائض في المجاهيل Redundant	∅	2	3
عدد المعادلات الاضافية	∅	2	3
	Statically Determinate problem مسائل محددة ستاتيكياً	Statically Indeterminate Problem مسائل غير محددة ستاتيكياً	

Compatability Equations

Example: Solve the following Problem by Computing the Reactio



4 Reactions (statically Indeterminate to the 1^{st} degree) (4-3 = 1)

We need 1 compatability Equation usi the deflection condition

$\Delta_1 = \Delta_2$ --- (1)

$\frac{wl^4}{8EI} = \frac{Rl^3}{3EI}$ from table

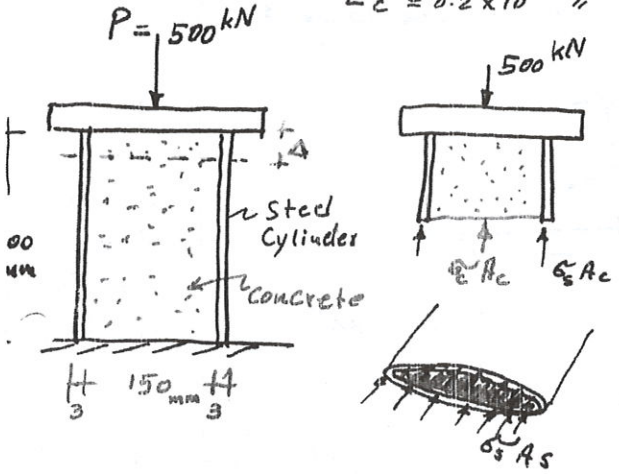
$\Sigma F_x = 0$ --- (2)
$\Sigma F_y = 0$ --- (3)
$\Sigma M = 0$ (4)

معادلات التوازن عدد ٣

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

Example: Calculate the compressive stresses in the steel cylinder and in the concrete, and the total shortening of the cylinder using: $E_s = 2\times10^5$ MPa $[\frac{N}{mm^2}]$
$E_c = 0.2\times10^5$ "



Solution:

$A_s = 2\pi r t = 2\pi\times75\times3$
$= 1413\ mm^2$

$A_c = \frac{\pi(150)^2}{4} = 17662\ mm^2$

2 unknowns مجهولين

$500 = P_s + P_c$ ....(1)

التوافق
use compatability Equation

$\Delta_c = \Delta_s$ ....(2)

(1) $500 = \sigma_s A_s + \sigma_c A_c$

..(2) ... $\frac{P_s\,l}{A_s E_s} = \frac{P_c\,l}{A_c E_c}$

$\frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{\sigma_c}{E_c} \longrightarrow \sigma_s = \frac{E_s}{E_c}\cdot\sigma_c = \frac{2\times10^5}{0.2\times10^5}\sigma_c$

$\sigma_s = 10\,\sigma_c$

..(2) $500 = \sigma_s A_s + \sigma_c A_c \rightarrow 500 = 10\sigma_c A_s + \sigma_c A_c$

$500 = \sigma_c(10A_s + A_c)$

$\sigma_c = \frac{500}{10\times1413 + 17662} =$

$\sigma_s = 10\,\sigma_c$

$P_s = \sigma_s\cdot A_s = 157.2\times1413 = 222.12$ kN
$P_c = \sigma_c\cdot A_c = 15.72\times17662 = 277.77$
} المجموع → 500

$\Delta_s = \frac{P_s l}{A_s E_s} = \frac{222.13\times300\times10^3}{1413\times2\times10^5} = 0.236$ mm , $\Delta_c = \frac{277.77\times10^3\times300}{17662\times0.2\times10^5} = 0.236$ mm

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

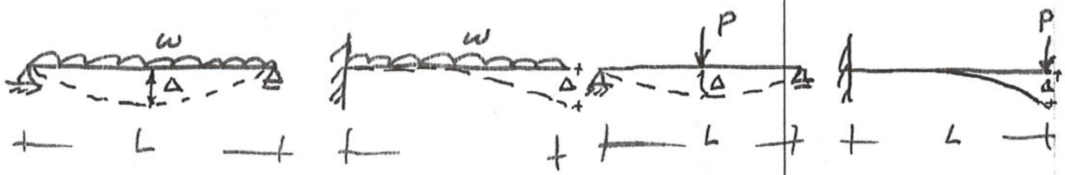
24-4-2015
د. علي العذاري

40

مقاومة المواد I
الثاني - مدني

Deflection of Beams

الهطول والتشوه في الجسور



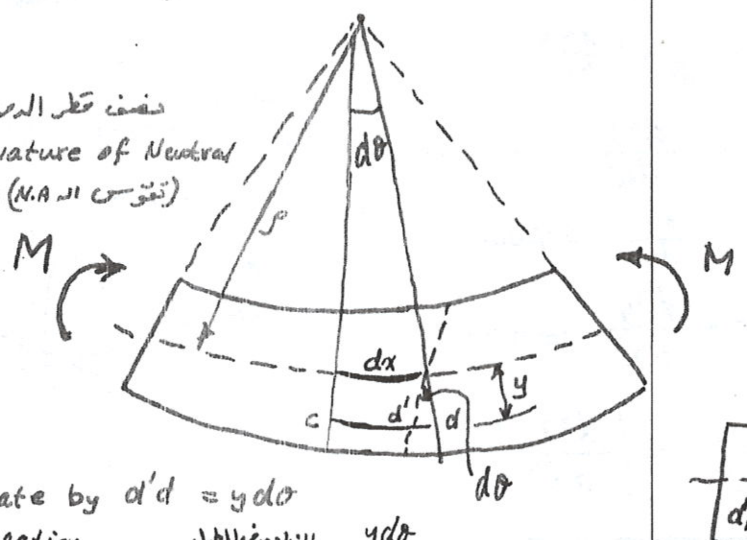
a) Direct Integration method

b) Moment Area method

a) Direct Integration method :

ρ = نصف قطر الدوران

$\frac{1}{\rho}$ = Curvature of Neutral axis (تقوس الـ N.A)



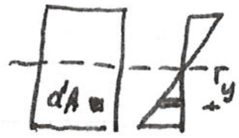
cd' alongate by $d'd = y\,d\theta$

$$\varepsilon_x = \frac{\text{elongation}}{\text{original length}} = \frac{\text{الزيادة في الطول}}{\text{الطول الاصلي}} = \frac{y\,d\theta}{dx}$$

من التقوس الكبير $\rightarrow d\theta = \frac{dx}{\rho} \rightarrow \frac{d\theta}{dx} = \frac{1}{\rho}$

$$\varepsilon_x = \frac{y\,d\theta}{dx} \rightarrow \varepsilon_x = \frac{y}{\rho}$$

$$\boxed{\sigma_x = \frac{y}{\rho}E}$$



force and moment

$dM = \sigma_x\,dA \cdot y$

$M = \int_A y\,\sigma_x\,dA$

for σ_x ← $M = \int_A y\left(\frac{y}{\rho}E\right)dA$

Cont.

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

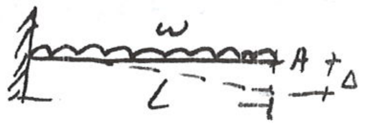
المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

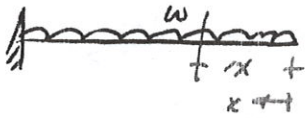
(42) III

فرمص

$$y \rightarrow \frac{dy}{dx} = \theta \rightarrow \frac{d^2y}{dx^2} = -M,\ \frac{d^3y}{dx^3} = -V \rightarrow \frac{d^4y}{dx^4} = w$$

Example 1 Calculate the Deflection at point A for the cantilever





we have the Equation:

$$\boxed{\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M}{EI}}$$

1^{st} derivitave gives θ

2^{nd} " " y

$$M_x = w \cdot x \cdot \frac{x}{2}$$

$$M = -\frac{wx^2}{2}$$

$$dx \times \frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{1}{EI}\int w x^2 dx$$

1^{st} deriv. $\frac{dy}{dx} = -\frac{wx^3}{3\times 2} + C_1$ for C_1 Boundary Condition الشروط المحيطة

at $x = l$, $\theta = \phi$; $x = l$, $y = \phi$ في المسند

$$\phi = -\frac{wl^3}{6EI} + C_1$$

$$C_1 = \frac{wl^3}{6EI}$$

$$\therefore \frac{dy}{dx} = -\frac{wx^3}{6} + \frac{wl^3}{6EI}$$

2^{nd} deriv. at $x = l$, $y = 0$

$$y = -\frac{wx^4}{24EI} + \frac{wl^3}{6EI}x + C_2$$

$$\phi = -\frac{wl^4}{24EI} + \frac{wl^4}{6EI} + C_2$$

$$\phi = \frac{wl^4(-1+4)}{24} + C_2$$

$$C_2 = \frac{-3wl^4}{24EI} \rightarrow C_2 = -\frac{wl^4}{8}$$

$$y = \frac{wx^4}{24EI} + \frac{wl^3}{6EI}x - \frac{wl^4}{8EI}$$

at point A $x = 0$

$$\boxed{y_0 = \frac{-wl^4}{8EI}}$$

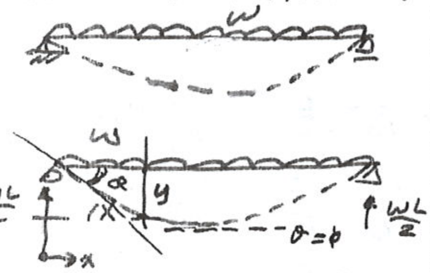
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

(44)

V

Example 3: Calculate the max deflection



$$M = \frac{wL}{2}x - \frac{wx^2}{2}$$

$$EI\frac{d^2y}{dx^2} = -M$$

$$dx \times EI\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{wL}{2}x - w\frac{x^2}{2}$$

$$\int EI\frac{d^2y}{dx^2} = \int_0^l \left(\frac{wL}{2}x - \frac{wx^2}{2}\right)dx$$

$$EI\frac{dy}{dx} = \left(\frac{wL}{2}\frac{x^2}{2} - \frac{wx^3}{2\times3}\right) + C_1$$

for C_1 $\xrightarrow{\text{Boundary Condetion}}$ at $x = \frac{L}{2} \longrightarrow \frac{dy}{dx} = 0\ (\theta = 0)$

$$0 = \frac{wL}{2}\frac{1}{2}\frac{L^2}{4} - \frac{w}{6}\frac{L^3}{8} + C_1$$

$$0 = \frac{wL^3}{16} - \frac{wL^3}{48} + C_1$$

$$C_1 = \frac{-wL^3}{24}$$

$$\therefore \int EI\frac{dy}{dx} = \int \frac{wL}{4}x^2 - \frac{wx^3}{6} - \frac{wL^3}{24}$$

$$EIy = \frac{wL}{4}\frac{x^3}{3} - \frac{wx^4}{6\times4} - \frac{wL^3}{24}x + C_2$$

for C_2: at $x = 0 \quad y = 0$

$$0 = 0 - 0 + 0 + C_2 \longrightarrow C_2 = 0$$

$$\therefore EIy = \frac{wL}{12}x^3 - \frac{wx^4}{24} - \frac{wL^3}{24}x$$

↘ VI

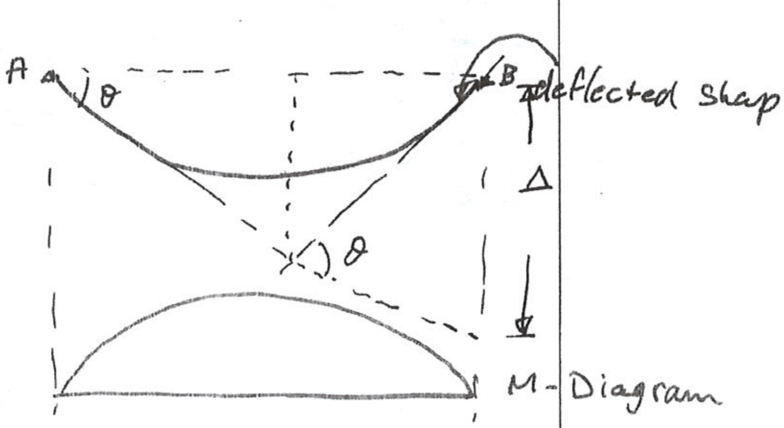
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

(46)

A

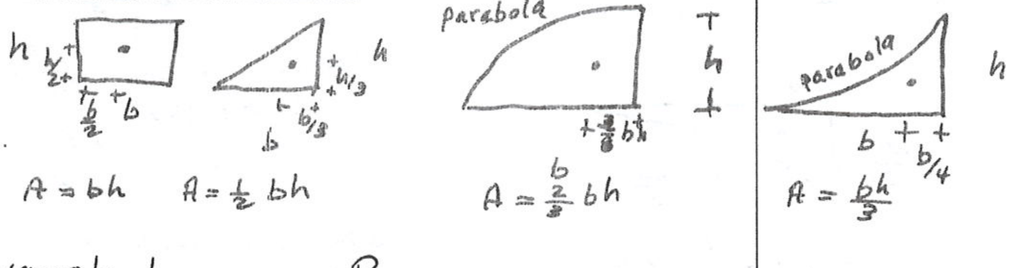
b) Moment-area Method



1) The Angle between two tangent = The Area of the Moment Diagram $\times \frac{1}{EI}$

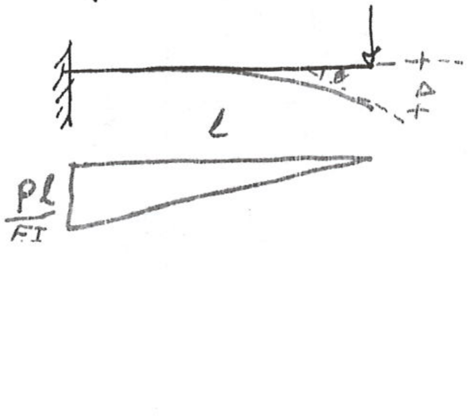
2) The Vertical displacement A and B = The moment of the $\frac{M}{EI}$ diagram about B

useful Area Data :



$A = bh$ $A = \frac{1}{2} bh$ $A = \frac{2}{3} bh$ $A = \frac{bh}{3}$

Example 1



θ = مساحة العزم بين النقطتين

$= \frac{1}{2} \times \frac{PL}{EI} \cdot L = \frac{PL^2}{2EI}$

Δ = عزم المساحة بين النقطتين حول الأخيرة

$\Delta = \frac{1}{2} \frac{PL}{EI} \cdot L \cdot \frac{2}{3} L = \boxed{\frac{PL^3}{3EI}}$

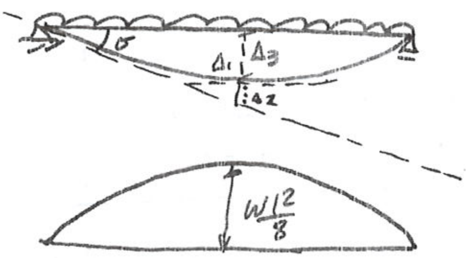
الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

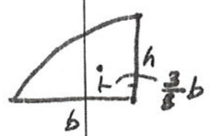
(48

C

Example 4



من الجداول :



$A = \frac{2}{3} bh$

الزاوية = المساحة $\theta = A = \frac{2}{3} \frac{wl^2}{8} \times \frac{L}{2} = \frac{wl^3}{24EI}$

$\Delta_1 = \theta \cdot \frac{L}{2} = \frac{wL^4}{48EI}$

عزم المساحة = البعد بين المماسين $\Delta_2 = \frac{wl^3}{24EI} \times \frac{3}{8} \cdot \frac{L}{2} = \frac{wL^4}{128}$

$\Delta_3 = \Delta_1 - \Delta_2$

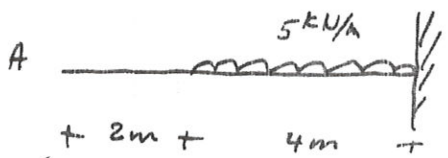
$= \frac{wL^4}{48EI} - \frac{wl^4}{128EI} = \frac{wl^4}{16EI}\left(\frac{1}{3} - \frac{1}{8}\right)$

$= \frac{wl^4}{16EI} \frac{5}{24}$

$\boxed{\Delta_3 = \frac{5}{384} wL^4}$

واجب

Calculate the vertical deflection on point A



Answ : $\frac{266}{EI}$

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

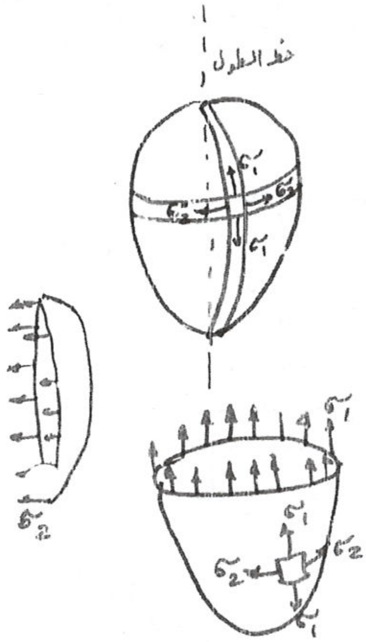
مقاومة المواد
الصف الثاني

Pressure Vessels أواني الضغط

ملاحظة: $\frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} = \frac{P}{A} = \sigma$ الاجهاد

القوة = الاجهاد × المساحة

$A \times \sigma = P$



σ_1 = meridional stress قوة الشد باتجاه خط الطول

σ_2 = hoop stress قوة الشد باتجاه القطر

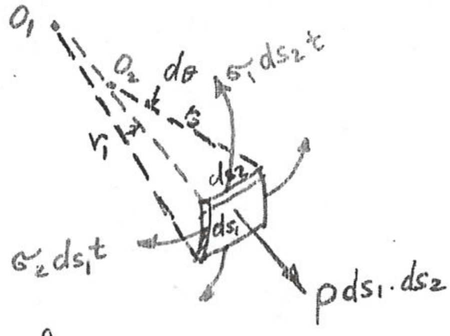
t = سمك الاناء

r_1 = القطر باتجاه خط الطول

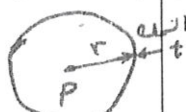
r_2 = القطر باتجاه عمودي على خط الطول

نتيجة الاشتقاق

$$\frac{\sigma_1}{r_1} + \frac{\sigma_2}{r_2} = \frac{P}{t}$$



Example 1: Calculate the membrane stress σ_1, σ_2 for the sphere with Press. (P)



الحل
solution: $\frac{\sigma_1}{r_1} + \frac{\sigma_2}{r_2} = \frac{P}{t}$

في الكرة $r = r_2 = r_1$

$\sigma = \sigma_2 = \sigma_1$

$\frac{\sigma}{r} + \frac{\sigma}{r} = \frac{P}{t}$

$\frac{2\sigma}{r} = \frac{P}{t} \rightarrow \sigma = \frac{Pr}{2t}$

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

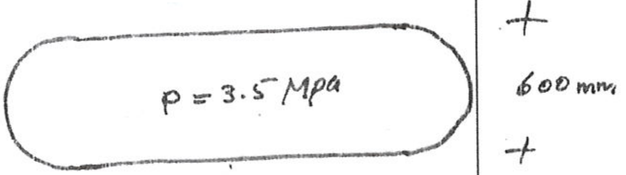
المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2018-2017
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

3

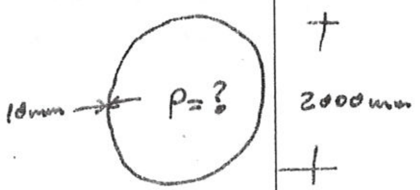
Pressure Vessels (Problems)

Solve the following Equations:

Q1 – Calculate the safe (أمان) thickness (سمك) t for the Cylinderical Pressure Vessel having $\sigma_t = 250\,MPa$ inorder to resist an Internal Pressure $P = 3.5\,MPa$ $(\frac{N}{mm^2})$ using a safety factor of 3.5 ?



Q2 – A spherical Tank having $D = 2000\,mm$ and $t = 10\,mm$ made from material having $\sigma = 125\,MPa$. What is the safe Gass pressure it can resist (يقاوم).

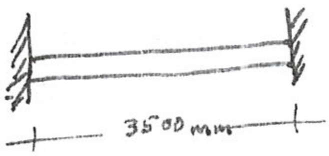


Temperature change

Q3 – A copper bar (قضيب) shown. Calculate the stresses when the Temperature drop (تنزل) from 85 °C to 50 °C using:

$\alpha = 0.000018\,\frac{1}{C°}$

$E = 1.2 \times 10^{3}\,\frac{N}{mm^2}$

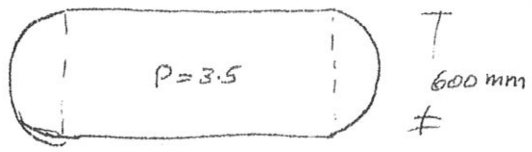


المرحلة: الثانية
السنة الدراسية: 2017-2018
اسم التدريسي: أ.م.د علي العذاري

الكلية الإسلامية الجامعة
قسم هندسة تقنيات البناء والانشاءات
المادة: مقاومة مواد

Example

$\frac{N}{mm^2} = \frac{MN}{m^2} = Mpa$



Calculate the safe thickness t for the Cylinder having $\sigma_t = 250$ inorder to resist an Internal pressure P = 3.5 Mpa $(\frac{N}{mm^2})$ using a safety factor of 3.5

$$\frac{\sigma_1}{r_1} + \frac{\sigma_2}{r_2} = \frac{P}{r}$$

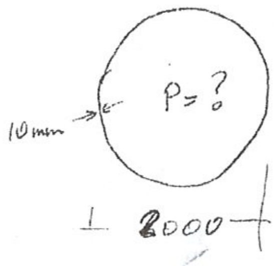
$$\sigma_1 = \frac{Pr}{2t}$$

$$\sigma_2 = \frac{Pr}{t} \longrightarrow \text{Critical}$$

$$\sigma_2 = \frac{Pr}{t}$$

$$t = \frac{3.5\,Mpa \times \left(\frac{600}{2}\right)}{\frac{250}{3.5}} \quad \left(7.35\right) = 14.7 \text{ mm}$$

Spherical Tank having D = 2000 mm and t = 10 mm and $\sigma_t = 125$ Mpa $(\frac{N}{mm^2})$ what is the safe Gass pressure



$$\sigma = \frac{Pr}{2t}$$

$$125 = \frac{P \times 1000}{2 \times 10}$$

$$P = \frac{125 \times 2}{100} = \frac{250}{100} = 2.5 \text{ Mpa}$$

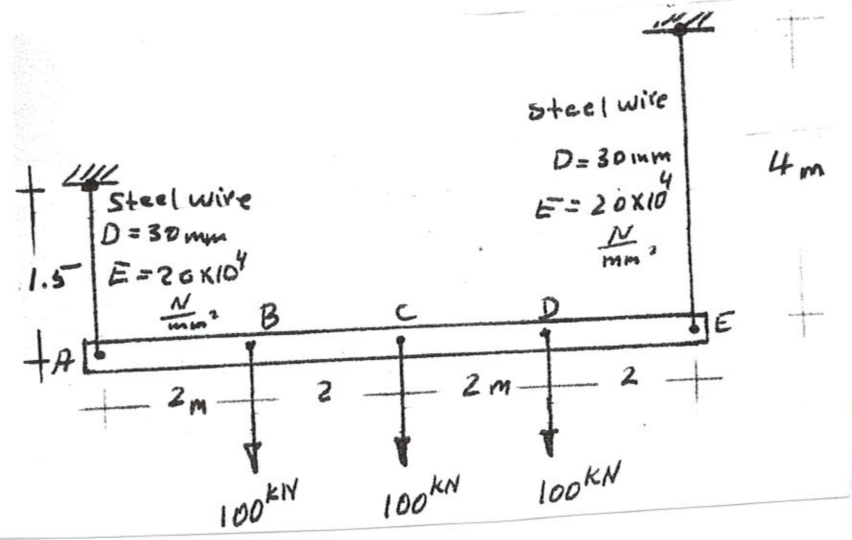
انتهى القسم الاول

د. علي الغزاوي

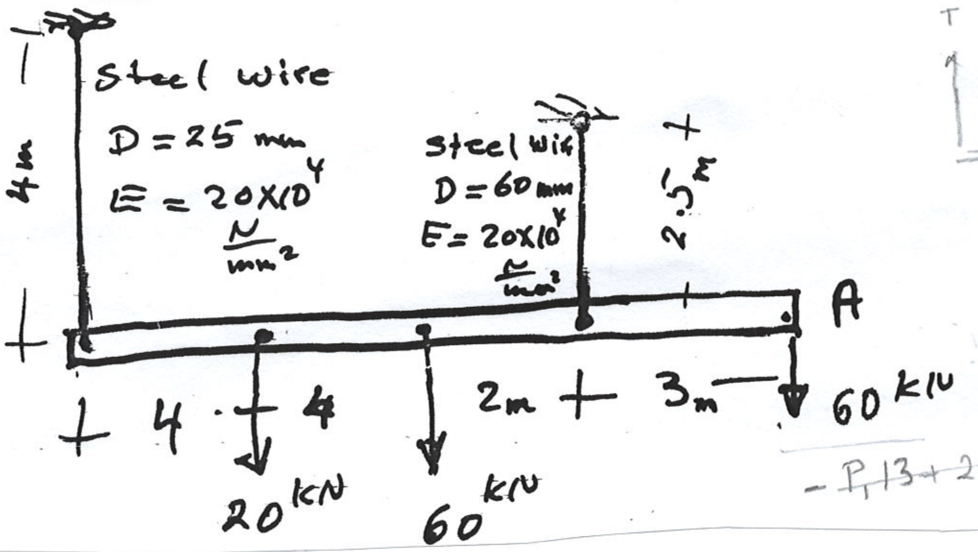
تمارين مقاومة المواد

7-11-2021 II

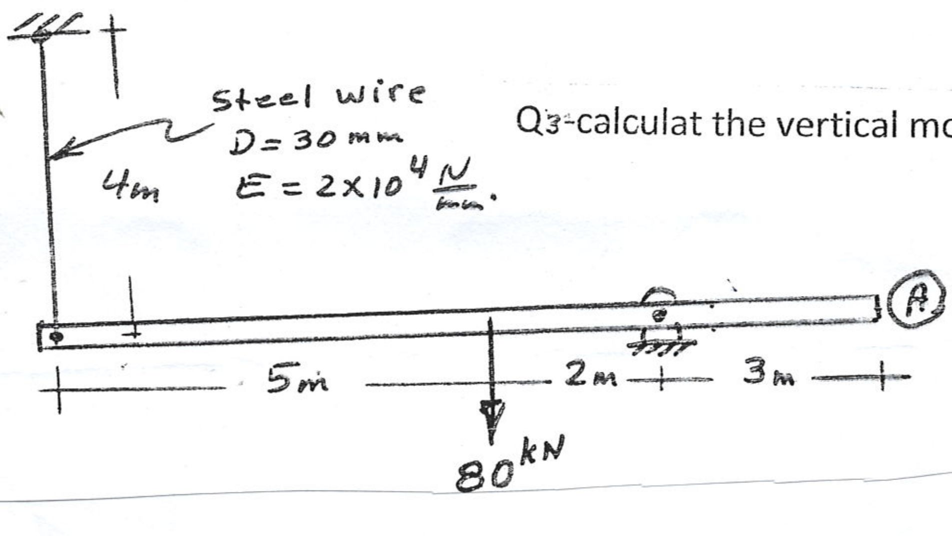
Q1- calculate the vertical movement of points A,B,C,D and E



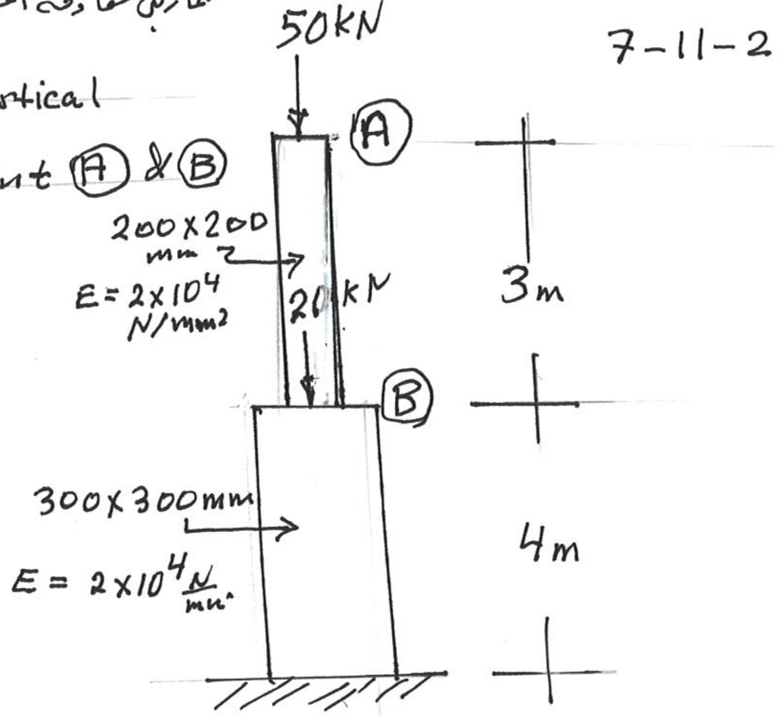
Q2 calculate the Vertical movement of point A



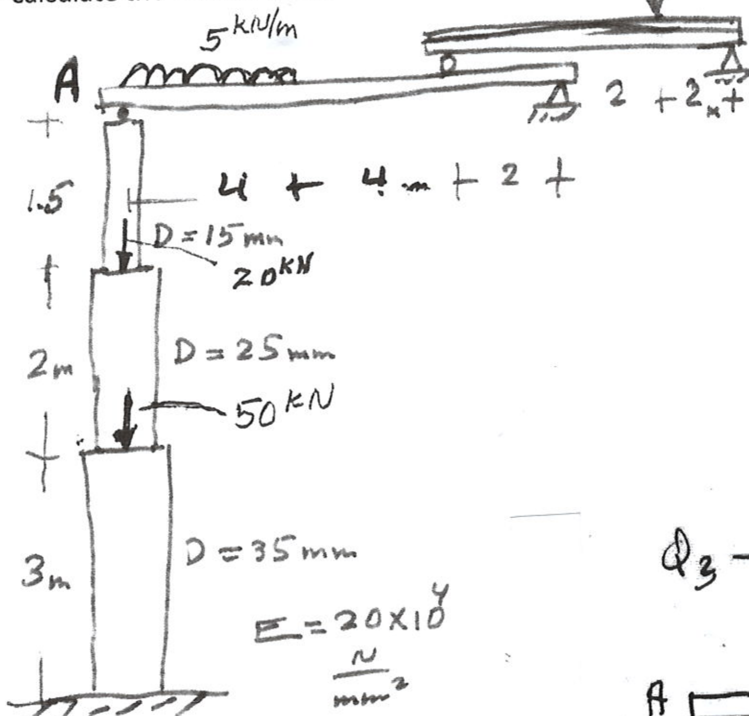
Q3-calculat the vertical movement of Point A.



Q1- Calculate the Vertical movement of point (A) & (B)



Q2. -calculate the vertical movement of Points A



Q3 - Calculate ΔVA = ?