

5/22
مدنی

السفلى الافتراضى ظل (Arch frames)
& (trusses) الافتراضى استاتيكا

الخامسة
والعشرون
(2010)

A) Parabolic arch

- التعريف - تأثير القوى الرأسية والافقية
- أمثلة على حساب القوى (x)
- مثال شرح خطوات الحل Arched Fr.

(1)

(2)

(2→4)

B) Solved Examples

- Example (1) → April (2002)
- Example (2) → Arch قصير محمل

(5)

(6→8)

C) Indet. trusses

- خطوات الحل للمباني الغير محدد
- مثال شرح خطوات الحل غير محدد

(8,9)

(9→11)

D) Solved Examples

- Example (1) → (*) حساب افتقانه
- Example (2) → الافتقانه من القائل
- Example (3) → (*) مثال افتقانه
- Example (4) → التمرين على ايجاد القوى
- Example (5) → (e) القائل وعلته N_0, N_1^*
- Example (6) → القود على ايجاد القوى

(11→13)

(13,14)

(15,16)

(17,18)

(19,20)

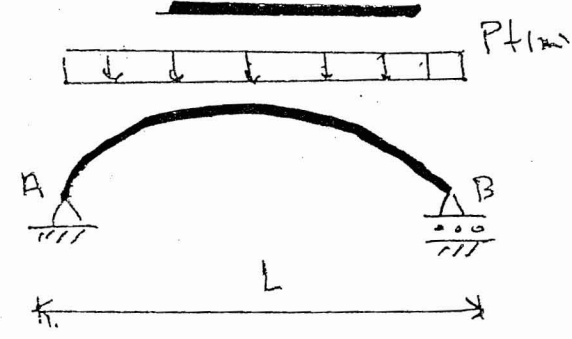
(21→23)

(H) Parabolic Arch

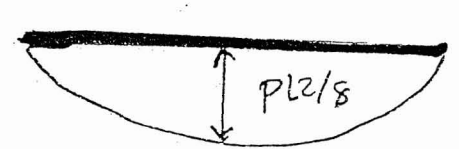
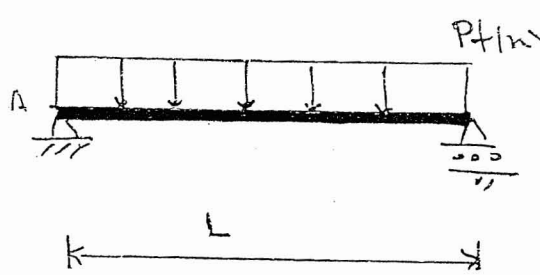
كما سبق ذكره يمكن اعتبار الـ (arch) كعمود انحنى ولا يظهر تأثير الـ (arch) بالامع القوى الانحنى التي تؤثر على (arch) من الخارجين.

إذا فرض الـ (arch) —————

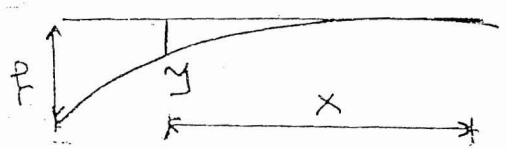
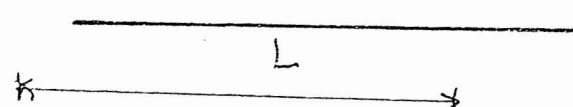
أحمال رأسية



ترسم كانه عمود انحنى



لا تأثير لـ (arch)

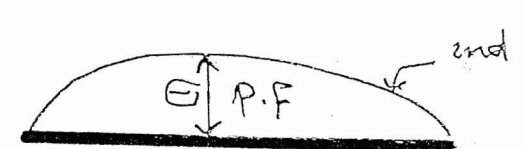
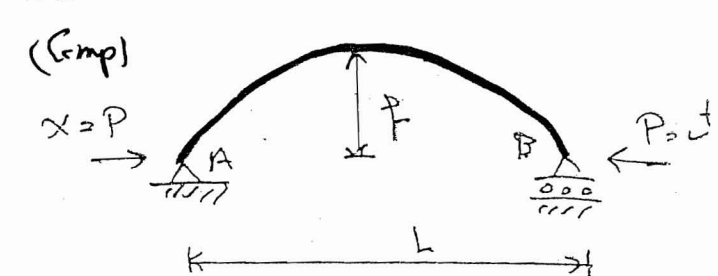


في المنتصف

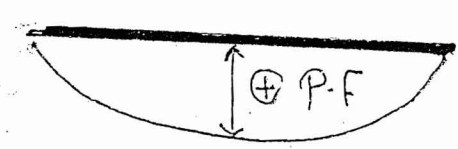
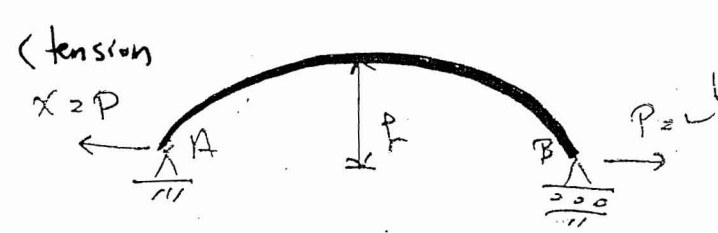
$$\left(\frac{y}{x} = \frac{P}{L}\right)$$

$$y = f/4$$

أحمال انحنى



(P) انحنى حنف من الناحيتين



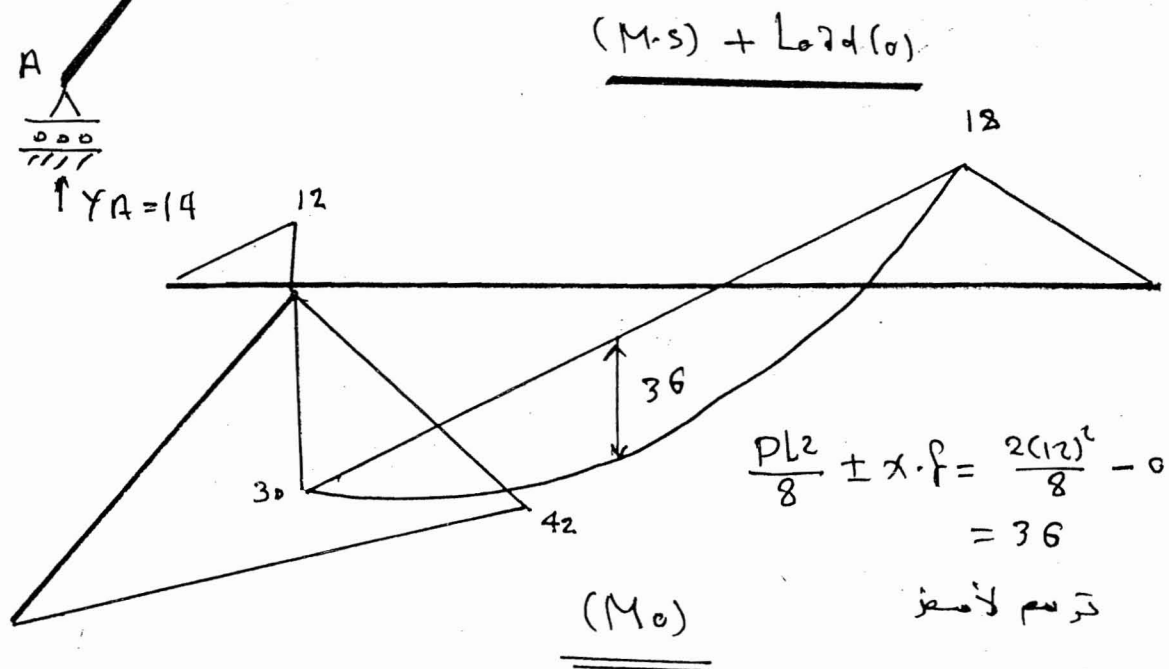
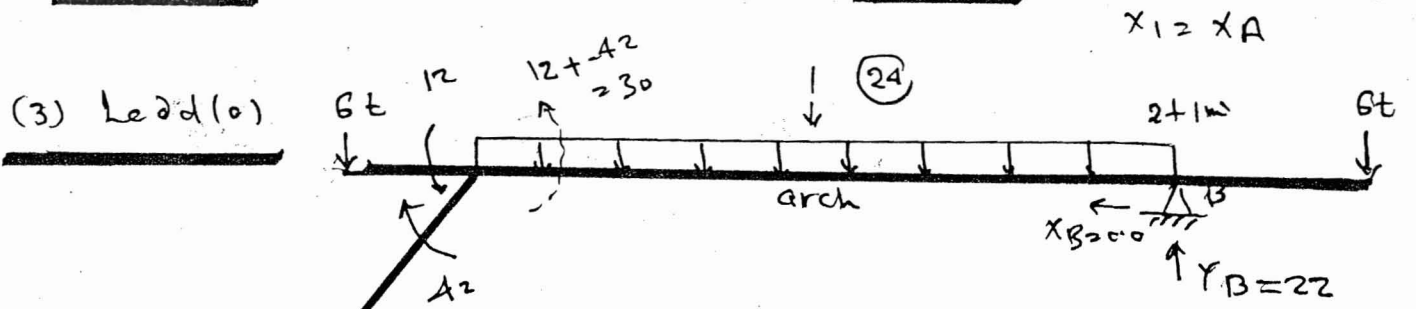
(P) انحنى شد من الناحيتين

في حالة احمال موزعة على (Arch)

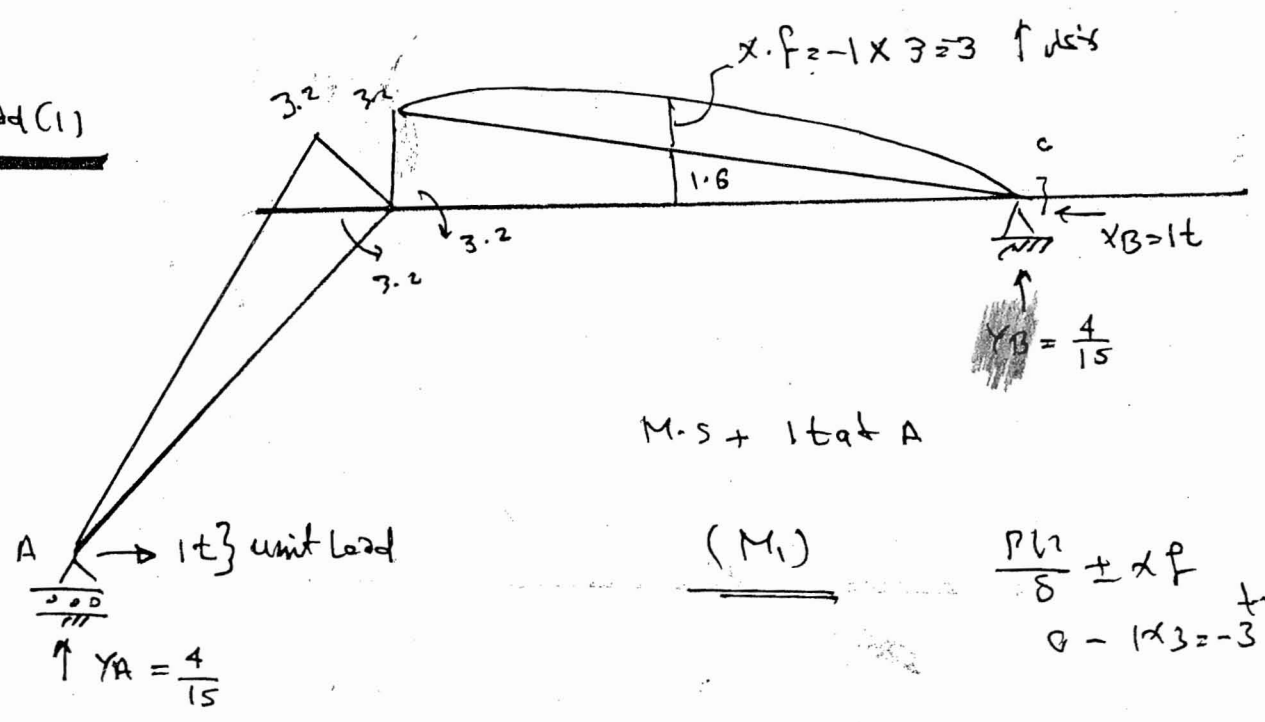
معرف للعمود انحنى (x)

(1/23)
$$[PL^2/8 \pm x \cdot P]$$

$11) = 4 - 3 = 1 \text{ on } \alpha$
(2) M.S
 $x_A \text{ is}$
(3)



(4) Load (1)



(5) Displacements

$\Delta_{10} = \frac{1}{EI} \int M_0 M_1 dx = \frac{1}{EI} \left[- \left(\frac{42 \times 3.2 \times 5}{3 \times \frac{5}{3}} \right) - \left(\frac{2}{3} \times 3 \times 12 \times 6 \right) + \frac{12}{3} \left(-30 \times 3.2 + \frac{1}{2} \times 18 \times 3.2 \right) - \frac{2}{3} (36 \times 12 \times 1.6) - \frac{8}{15} \times 36 \right]$

$$\ast \delta_{11} = \frac{1}{EI} \int M_1^2 dl = \left[\frac{(3.2)^2 \times 5}{3 \times \frac{5}{3}} \right] + \left[\frac{3.2^2 \times 12}{3} \right] + \left[2 \left(\frac{2}{3} \times 3 \times 12 \times 1.6 \right) \right] + \left[\frac{8}{15} (3)^2 (12) \right] \} / EI = \frac{185.6}{EI}$$

$$\therefore \delta_{11} EI = 185.6$$

(6) Condition

$$\delta_{10} + x_1 \delta_{11} = 0.0 \quad \ast EI$$

$$\therefore EI \delta_{10} + x_1 EI \delta_{11} = 0.0 \quad \therefore -1699.2 + 185.6 x_1 = 0.0$$

$$\therefore x_1 = x_B = 9.16 \quad \text{الزوايا صحيحة}$$

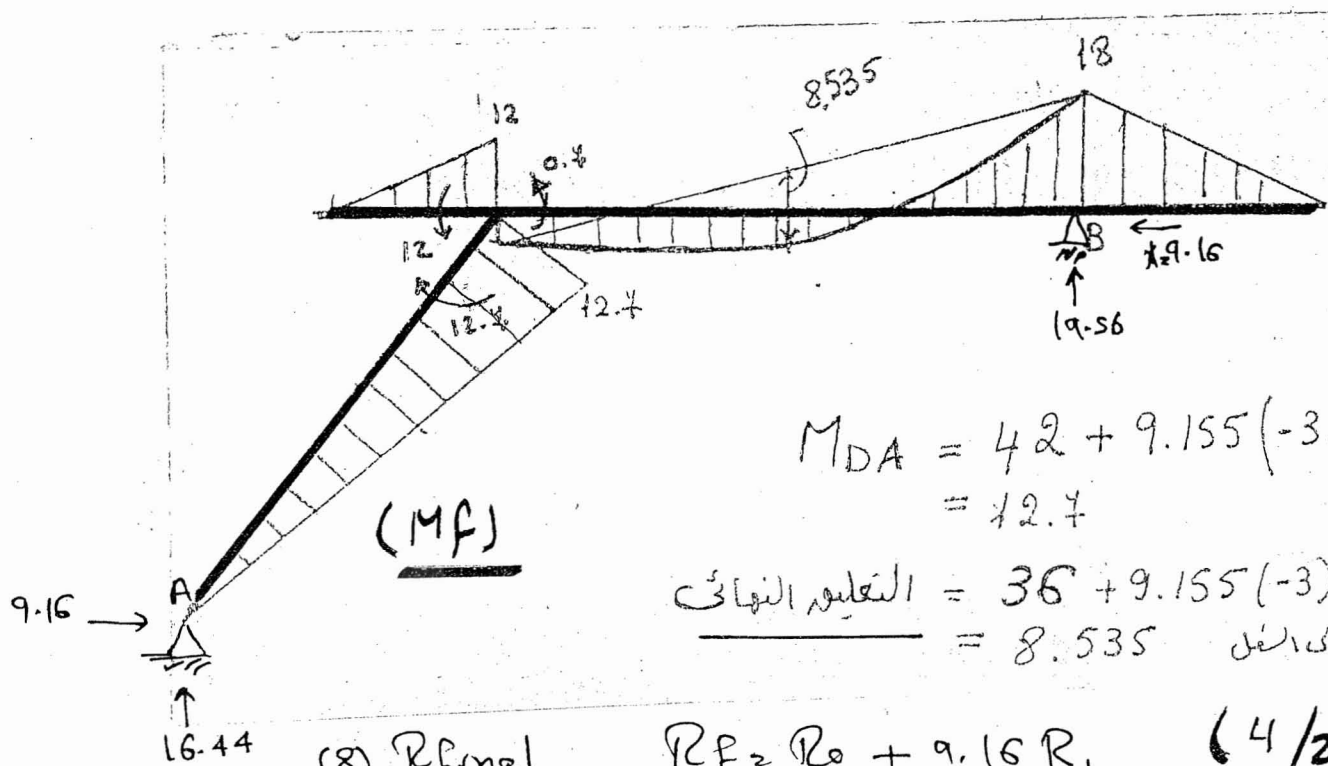
(7) Final B.M.D

$$M_f = M_0 + x_1 M_1 \quad \therefore M_f = M_0 + 9.16 M_1$$

نستخدم على ذل نقطة، ونفضل استخدامنا على النقاط - جميعها القيم التي لها

$$\ast (M_{DA})_f = 42 + 9.16 (-3.2) = 12.7 \text{ t.m}$$

$$\ast \text{الزوايا} = 36 + 9.16 (-3) = 8.535 \oplus \quad \text{لا تخطئ}$$

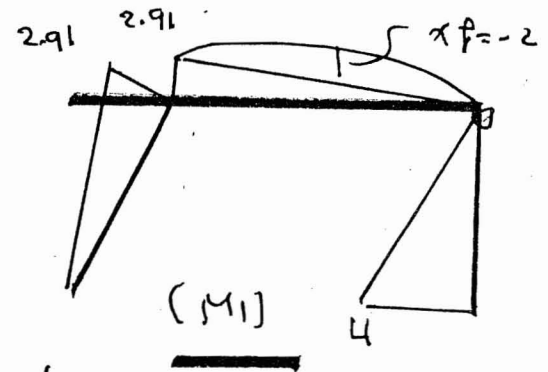
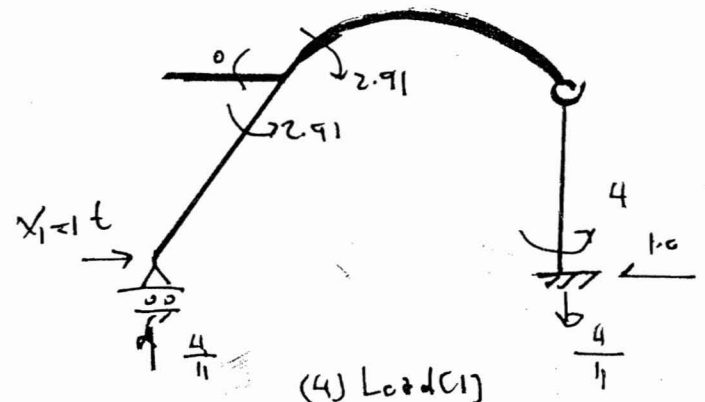
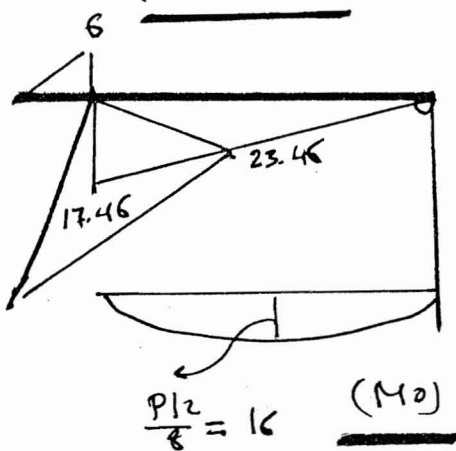
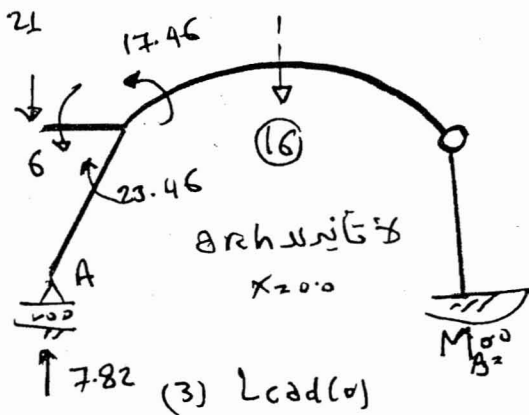
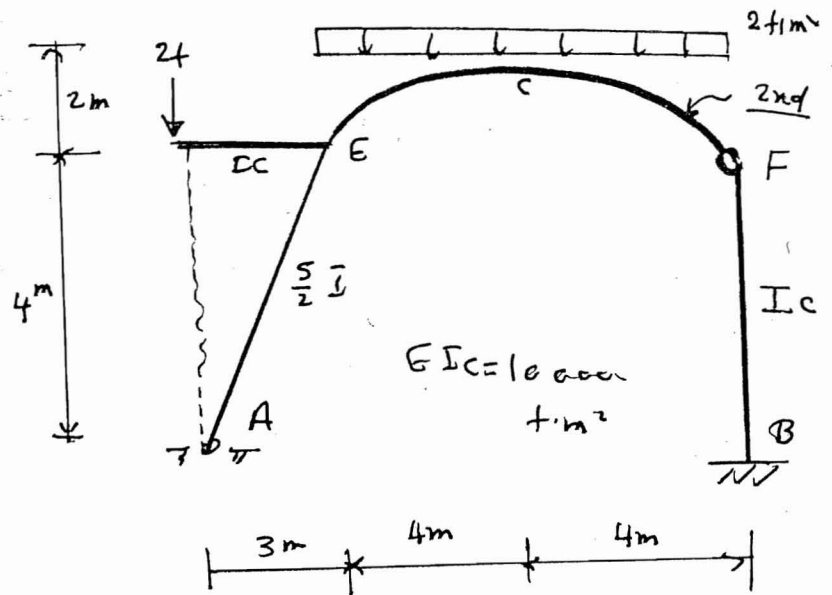


* Draw B.M.D

(1) Degree D = one ext

(2) Main system $X_1 = \Delta A$

حذف
القوة المستقلة (A)



(5) displacements

$$\delta_{10} = \frac{1}{EI} \int M_0 M_1 dL = \frac{1}{EI} \left[\frac{23.46(2.91)(5)}{3(5/2)} + \frac{-17.46(2.91)(8)}{3(1)} + \frac{2}{3}(8)(2) \left(\frac{-17.46}{2} \right) + \frac{2}{3}(16)(8) \left(\frac{-2.91}{2} \right) + \frac{16(-2)(8)}{(1)} + \frac{8}{15} \right] = \dots$$

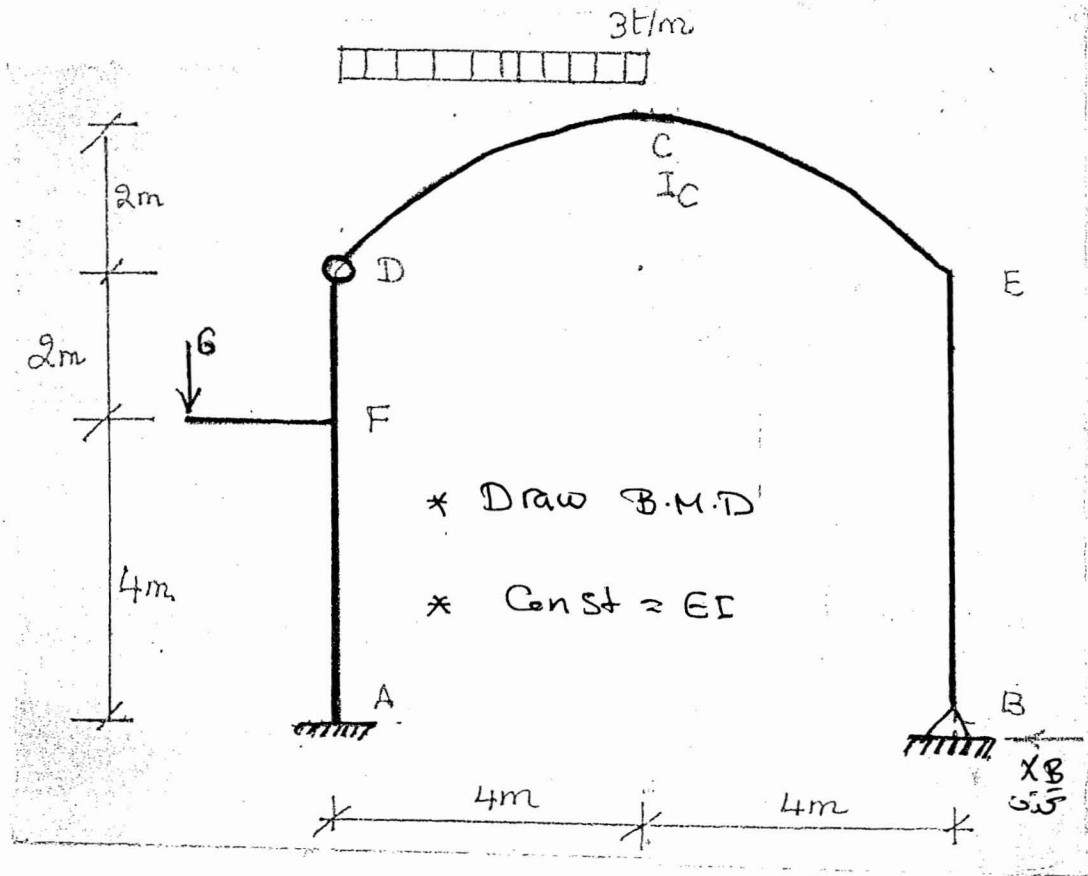
(6) Condition

$$\delta_{10} + X_1 \delta_{11} = 0$$

$$\therefore X_1 = -\frac{\delta_{10}}{\delta_{11}}$$

(5/23)

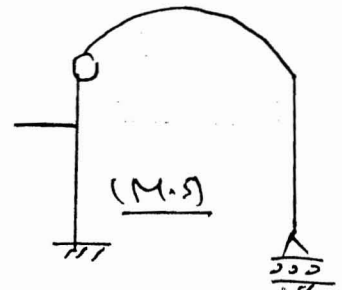
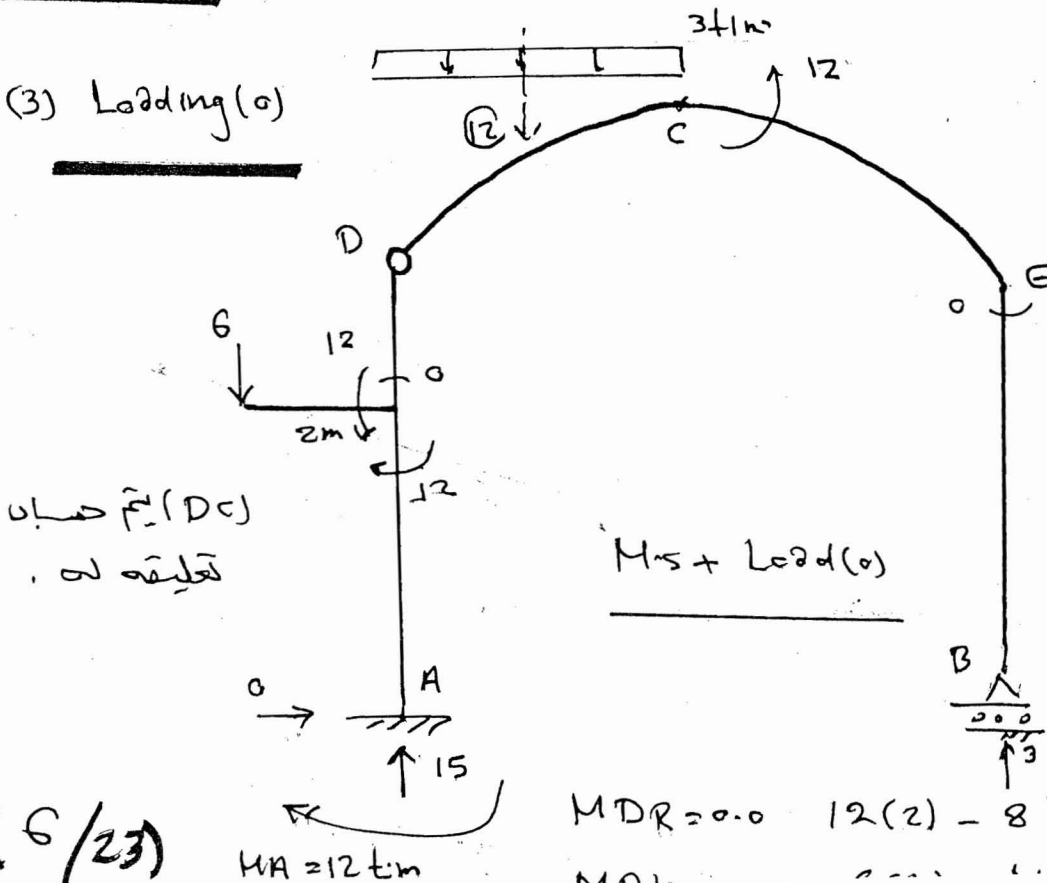
$$M_f = M_0 + X_1 M_1$$



(1) Degree $D_{ext} = 5 - (3 + 1) = 1$ extonce

(2) M.S' $X_1 = X_B$ كذا X_B

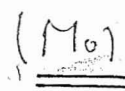
(3) Loading (o)



* يجب حساب
الفرق عند (C)
نفايه الفرق المجد
في ال (Arch)
ليس مجرد بالظالم
* (CE) قيم صاب
العلقة له

(6/23)

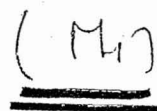
(+)



Arch CE

$$\begin{aligned} \text{نتیجه} &= \pm X \cdot \frac{P}{4} \\ &= 0 \end{aligned}$$

(4) Loading (1)



17 1731

two

(5) displacements

$$\delta_{10} = \frac{1}{EI} \int M_0 M_1 dl \quad \therefore EI \delta_{10} = -\frac{4}{3} (5 \times 12 + \frac{6 \times 12}{2}) -$$

$$\frac{2}{3} (\frac{1}{2}) (4) (6) - \frac{12(5)(4)}{3} - \frac{2}{3} (\frac{1}{2}) (4) (6) - \frac{2}{3} (6)(4)(2.5) - 78.4$$

$$- \frac{8}{15} (6)(\frac{1}{2})(4) + \frac{4}{3} (12 \times 2 + 12 \times 6 + \frac{12 \times 6}{2} + \frac{12 \times 2}{2}) =$$

$$\delta_{11} = \frac{1}{EI} \int M_1^2 dl \quad \therefore EI \delta_{11} = \frac{(6)^2(6)}{3} + \frac{(6)^2(6)}{3} + \frac{(5)^2(4)}{3}$$

$$+ \frac{8}{15} (0.5)^2(4) + 2 (\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times 4 \times 2.5) + \frac{4}{3} (5^2 + 6^2 + 5 \times 6)$$

$$+ \frac{8}{15} (0.5)^2(4) + 2 (\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times 4 \times 5.5) = 301.1$$

(6) Condition

$$\Delta \delta_{10} + X_1 \delta_{11} = 0.0 \quad X EI \quad \therefore EI \delta_{10} + X_1 EI \delta_{11} = 0.0$$

$$\therefore -78.4 + X_1 (301.1) = 0.0 \quad (\therefore X_1 = 0.26) \quad \text{مع الفرق}$$

(7) Final B.M.D

$$M_f = M_0 + X_1 M_1 \quad \therefore M_f = M_0 + 0.26 M_1$$

$$R_f = R_0 + X_1 R_1 \quad \therefore R_f = R_0 + 0.26 R_1 \quad \begin{matrix} \text{أعلى رسم} \\ \text{(B.M.D)} \end{matrix}$$

السبيليات الغير محدده استاتيكا

* قلوب السبيليات (Emsses) غير محدده إما داخليا نسبة لزيادة منع
يتم حذنه للحصول على (M.S) ذو اياه رد فعل يتم حذنه للحصول
على وعند ازاله منع يتم التعويض بقوتين متضادتين كل منهما

خطوات الحل

Degree

$$D = (m+r) - 2J$$

(J) عدد الوصلات

14.5

(1) حساب دايجه عدم الختد

(m) عدد الاضلاع

(r) عدد الاضلاع الخارجيه

(2) النظام الاساسي

بختد اضلاع ذو حذف ردود اضلاع خارجيه ذو الاضلاع معا

(4) الاحمال الاولى Load (1)

Load (5)

(3) الاحمال الاساسيه

حساب القوت في الاضلاع نتيجه

حساب القوت في الاضلاع نتيجه

حمول الوحد المخفض (N₁)

الاحمال الاصليه (N₀)

(5) حساب الازاحات displacement

$$\delta_{10} = \sum \frac{N_0 N_1 L}{EA}$$

$$\delta_{11} = \sum \frac{N_1 N_1 L}{EA}$$

$$N_f = N_0 + X_1 N_1 \quad (7)$$

$$\delta_{10} + X_1 \delta_{11} = 0.0$$

(6) الشرط (Condition)

مثال شرح خطوات الحل

* Calculate Normal Forces due to:-

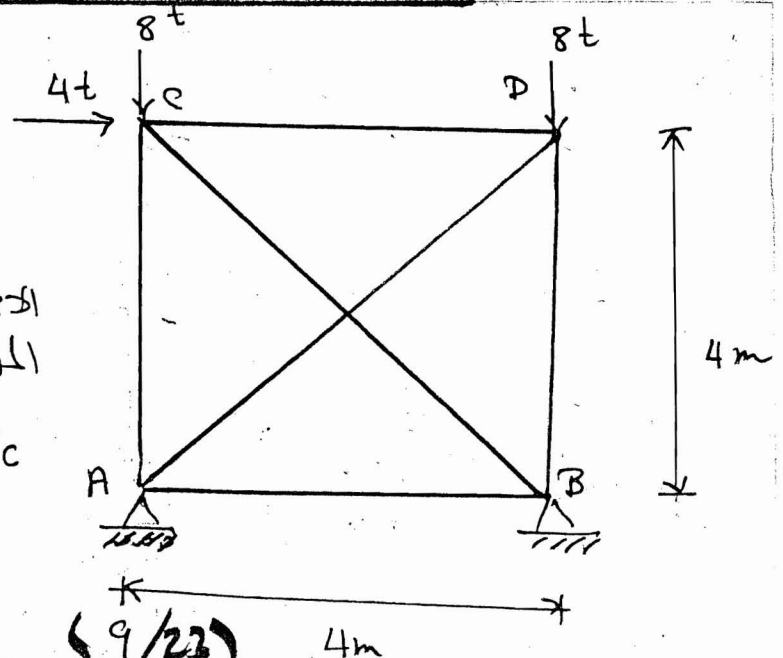
(1) applied loads الاحمال الموضعه

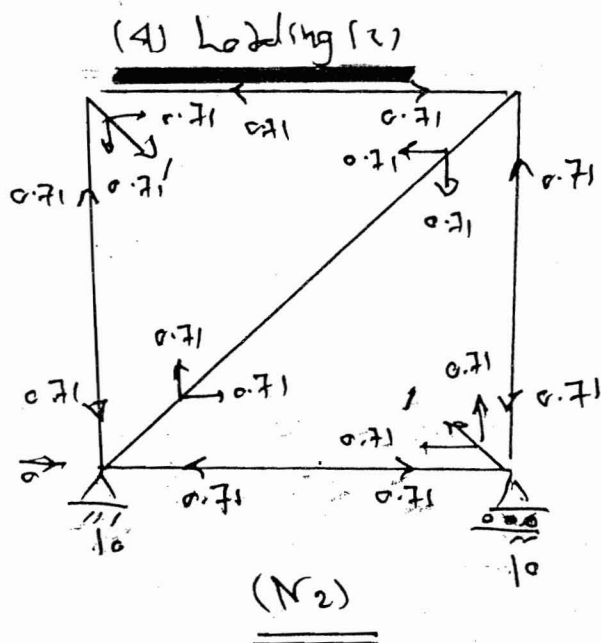
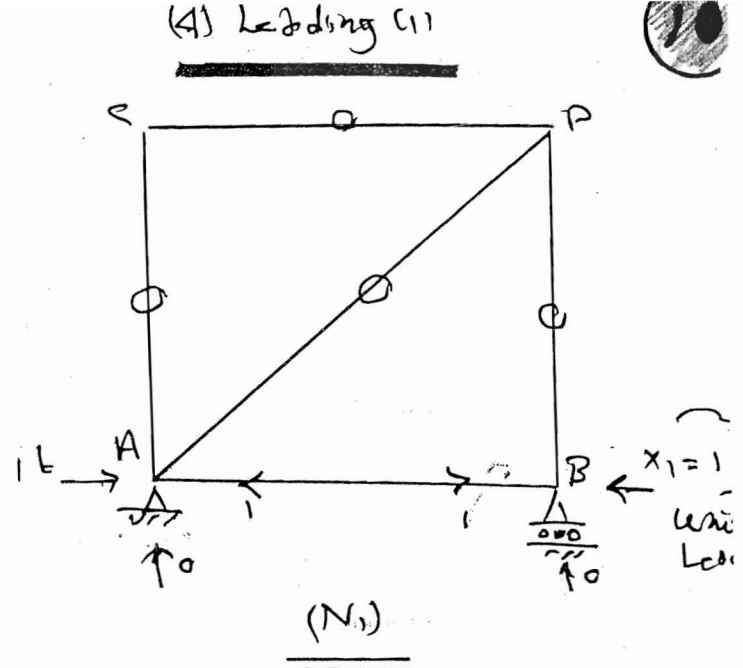
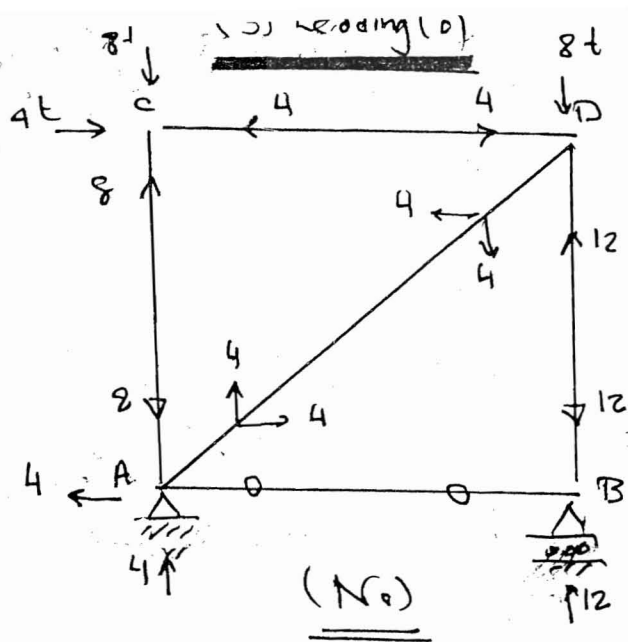
(2) uniform rise of temp = 10°C of CD only

$$\frac{EA}{L} = \text{Const} = 10000$$

(9/23)

4m





(5) displacement

$$\delta_{10} = \frac{L}{EA} \sum N_1 N_0 = \text{Zero}$$

$$\delta_{20} = \frac{L}{EA} \sum N_2 N_0 = \frac{22.4}{10000}$$

$$\delta_{11} = \frac{L}{EA} \sum N_1 N_1 = \frac{1}{10000}$$

$$\delta_{22} = \frac{L}{EA} \sum N_2 N_2 = \frac{4}{10000}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{L}{EA} \sum N_1 N_2 = \frac{0.71}{10000}$$

member	N ₀	N ₁	N ₂	N ₁ N ₀	N ₂ N ₀	N ₁ N ₂
AB	0	-1	-0.71	0	0	0.71
CD	-4	0	-0.71	0	2.84	0
AC	-8	0	-0.71	0	5.68	0
BD	-12	0	-0.71	0	8.52	0
AD	4√2	0	1.0	0	5.66	0
CB	0	0	1.0	0	0	0
				Σ N ₁ N ₀ = 0	Σ N ₂ N ₀ = 22.4	Σ N ₁ N ₂ = 0.71

(10/23)

نواب
N₁ × 5.6
+
N₂ × -7.9
+
N₀
↓
نواب
N₁ × 5.6
+
N₂ × -7.9
+
N₀

$$\therefore 0 + x_1 (1 \times 10^{-4}) + x_2 (0.71 \times 10^{-4}) = 0.0 \rightarrow (1)$$

حل المعادلتين

$$\star \delta_{20} + x_1 \delta_{21} + x_2 \delta_{22} = 0.0$$

(2) (11)

$$\therefore 22.4 \times 10^{-4} + x_1 (0.71 \times 10^{-4}) + x_2 (4 \times 10^{-4}) = 0.0 \rightarrow (2)$$

نقص على

$$\underline{x_1 = x_B = 5.6t}$$

$$\underline{x_2 = N_{BC} = -7.92t}$$

$$(7) N_f = N_0 + 5.6 N_1 + -7.92 N_2$$

(*) ملاحظة اذا طلب نتيجة ارتفاع في درجان الدارة

$$\delta_{10} = \delta_{1t} = \pm \frac{N_1 \alpha T_u L}{EA}$$

$$\delta_{20} = \delta_{2t} = \pm \frac{N_2 \alpha T_u L}{EA}$$

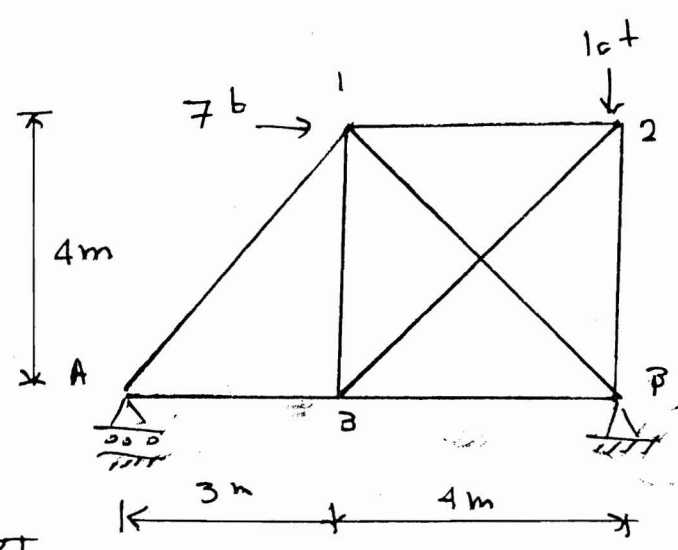
تغير داجه الدارة في ال (tmsr) يكون (uniform) فقد، بانه (s) لا في

أمثلة متوكة

EX(1) "على السبيليات الغير محددة"

* Find The final Normal forces

$$\alpha \frac{L}{EA} = \text{const}$$



عدد خارجي
r=3

(1) Degree

$$D = (m+r) - 2j$$

$$= (8+3) - (2 \times 5) = 1 \text{ once } \text{دالة}$$

(2) M-S

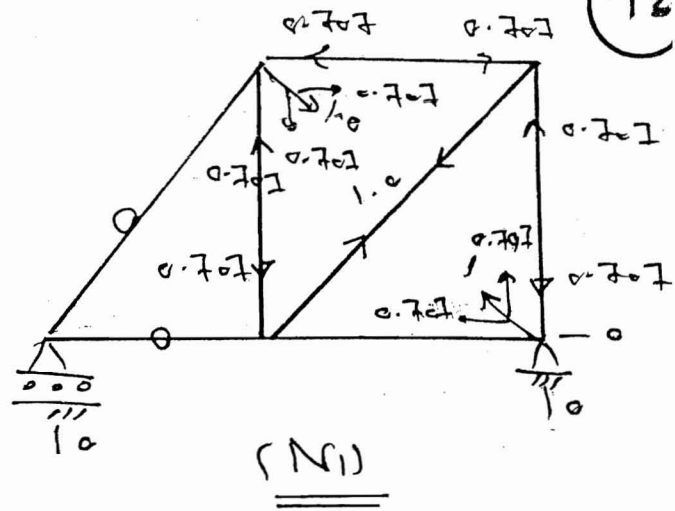
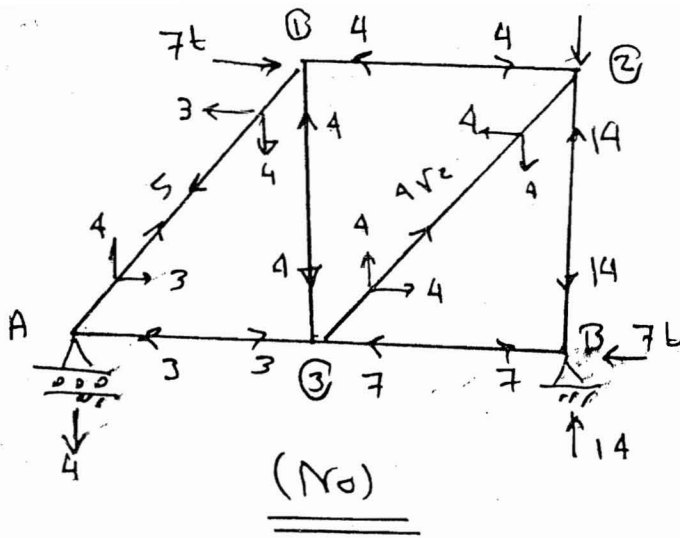
موجة الضلع (1-3)

$$x_L = N(1-8)$$

(3) heading (o)

(4) Leading (1)

(M.S + applied Load) (11/23) (M.S + 1 + (1-8) ...)



(5) Displacements

Member	No	N ₁	NoN ₁	N ₁ ²	Nf
1-2	-4	-0.707	2.83	0.5	0.624
1-3	-3	0	0	0	-3
3-B	-7	-0.707	4.95	0.5	-2.38
B-2	-14	-0.707	9.898	0.5	-9.38
1-3	-4	-0.707	2.83	0.5	0.624
A-1	5	0	0	0	5
1-B	0	1.0	0	1.0	-6.54
2-3	4√2	1.0	5.66	1.0	-0.883
			26.16	+4	

$$\Delta_{10} = \frac{L}{EA} \sum N_1 N_0 = 26.16 \text{ cm}$$

$$\Delta_{12} = \frac{L}{EA} \sum N_1 N_2 = 4 \text{ cm} \quad \text{or } \frac{L}{EA} = \text{cm}$$

(6) Condition

$$\Delta_{10} + \Delta_{11} = 0$$

$$\Delta_{11} = -6.54$$

etc
to all

$$26.16 + \Delta_{11} (4) = 0$$

(7) Final Forces

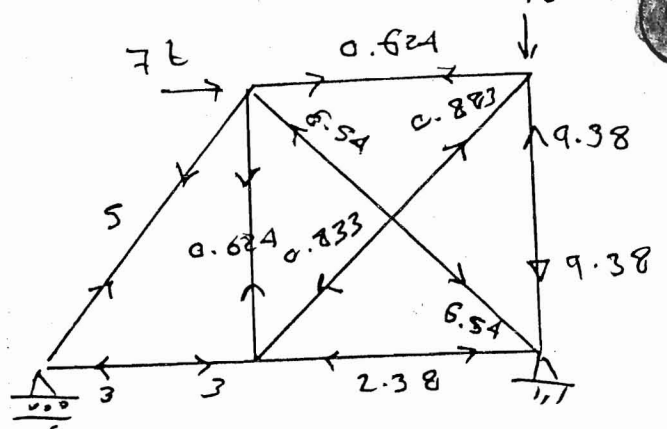
1.12/231

$$* N_P = N_G + x_1 N_1$$

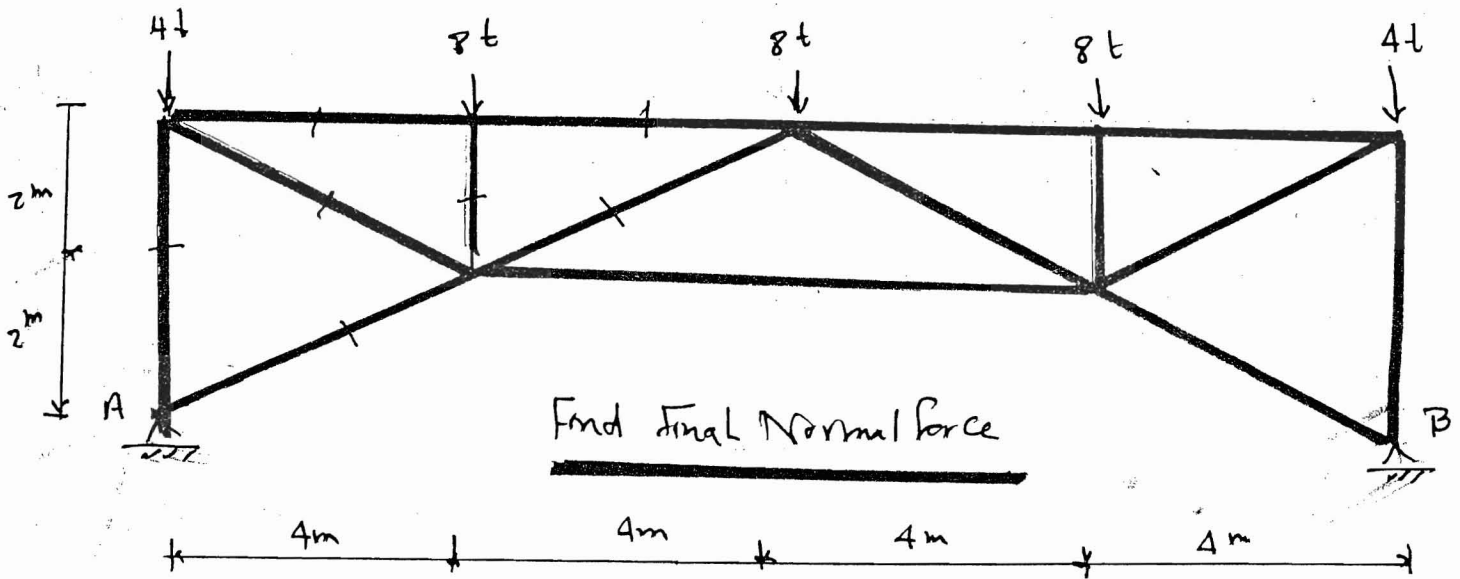
$$\therefore N_F = N_0 - 6.54 N_1$$

عَمَلُهُ عَلَيْهَا فِي الْحَدِيثِ

و لاد لنا لتوصيها على الرسمي .



$\equiv x(2)$ على السَّيْلَانِ الغير محدود استاتيكا



(1) Degree $\times D = (m+r) - (2j) = 19 - 18 = 1$

حَرَمِ
خارجیا

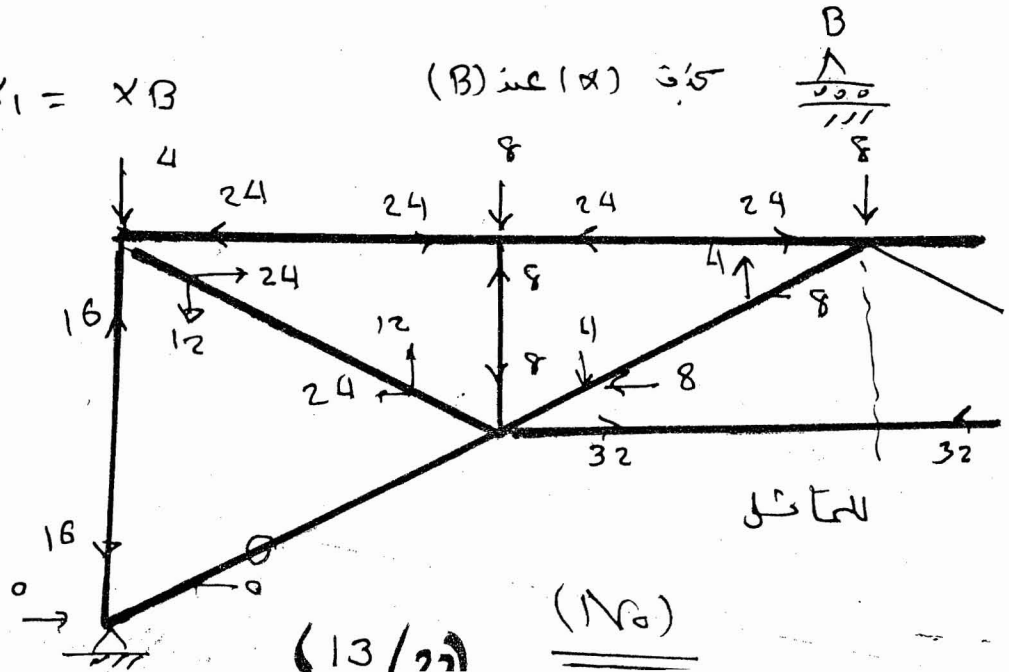
$$\star D_{\text{ext}} = 4 - 3 = 1$$

$$D_{int} = 0.0$$

(2) $M \cdot S'$

$$X_1 = XB$$

کُفَّ (X) عَنْ (B)



(3) Loading (c)

المركب الثاني (M₂)

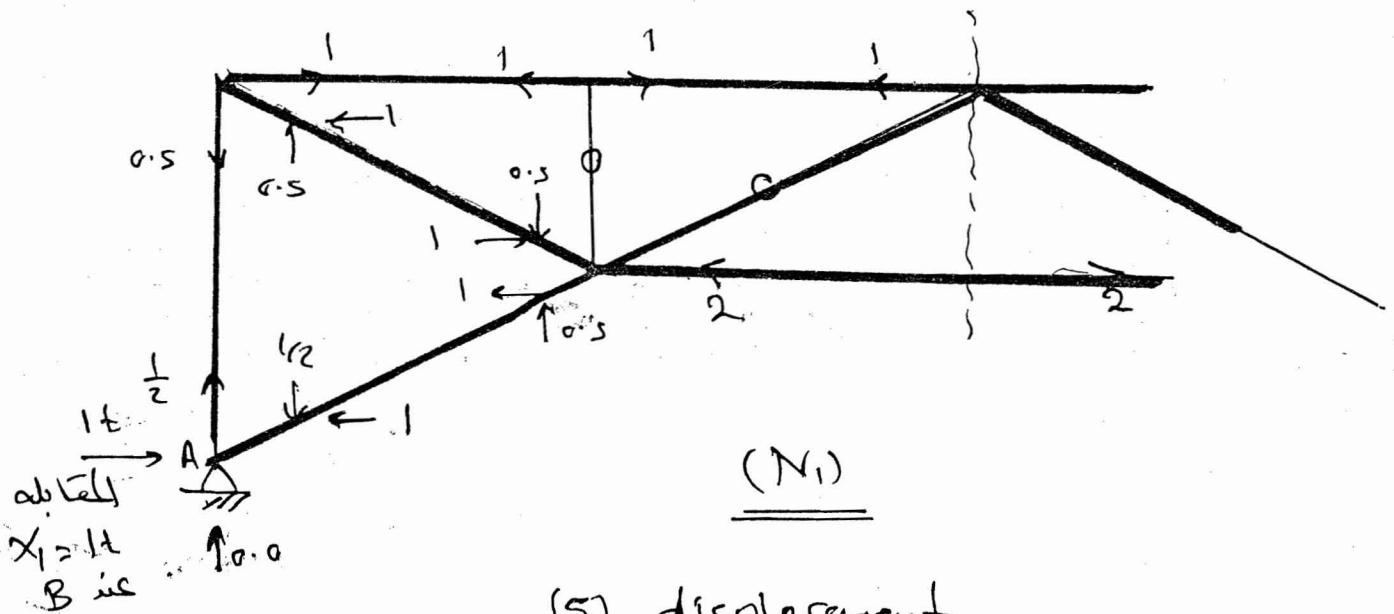
لا يزال (No)

نَهْ لِلْمَا قَلْ نَمْ ط

دینا

(13/27)

(No)



$$\delta_{10} = \sum N_0 N_1 \times \frac{L}{EA}$$

نیم عمل جدول نیروی عمل

$$\delta_{11} = \sum N_1^2 \frac{L}{EA}$$

کل ضلع N_1 و N_0 له

بامشارته وجمع لايجاد

$$\sum N_0 N_1 \text{ و } \sum N_1^2$$

(6) Condition

$$\delta_{10} + x_1 \delta_{11} = 0.0 \quad \therefore x_1 = \frac{-\delta_{10}}{\delta_{11}}$$

جمع الازم

منه القوي

(7) Final Forces

$$N_f = N_0 + x_1 N_1$$

على نفس الجدول نیم ایجاد

(N_f) بحيث

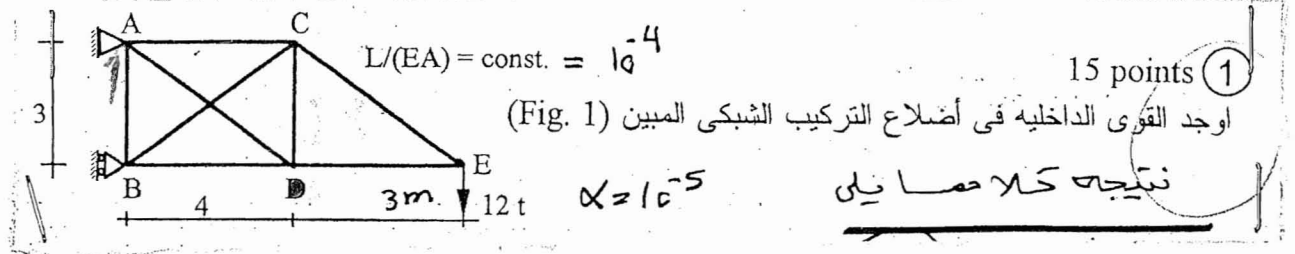
* نیم عمل (N_f) لكل ضلع (أو المطلوب فقط)

ملاحظة

* (N_0 و N_1 و x) باسارته

* لای اداکلت ($\frac{L}{EA}$) نابسته ام لا

(14/23)



(1) الأحمال الموضوعة (2) ارتفاع درجة حدة الوتر السفلي 10°
 ثم احسب الحركة الأفقية عند قمة (E)

(1) Degree

$$* D = (m + r) - 2J = 1$$

$$* D_{ext} = 0.0$$

حذف الضلع وليس الحقل $D_{in} = 1 - 0 = 1$

(2) M-S

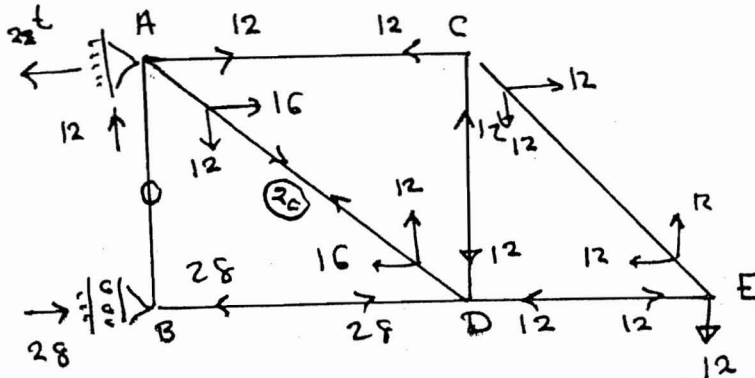
حذف الضلع (B-C) مثلا

(3) Load (v)

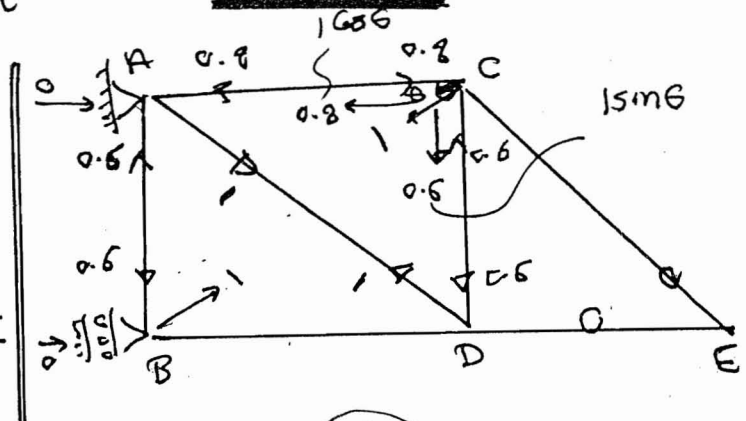
$$\sum M_A = 0.0 \quad R(7) = 3 \times 12$$

$$\therefore R = 28t$$

(4) Load (1)



(N₀)



(N₁)

(5) Displacements

$$\delta_{10} = \frac{L}{EA} \sum N_0 N_1 = \frac{\sum N_0 N_1}{10000} = 4 \times 10^{-3}$$

من الجدول

$$\delta_{11} = \frac{L}{EA} \sum N_1^2 = \frac{\sum N_1^2}{10000} = 4 \times 10^{-4}$$

(6) Condition

$$* \delta_{10} + \alpha_1 \delta_{11} = 0.0 \quad \therefore X_1 = -\frac{\delta_{10}}{\delta_{11}}$$

$$X_1 = -\frac{4 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-4}} = -10$$

$$(7) N_F = N_0 - N_1 \alpha_1 = N_0 - 10 N_1$$



حساب 810	Σ	40	تساب 811 4	No - 10N ₁		32
----------	----------	----	------------	-----------------------	--	----

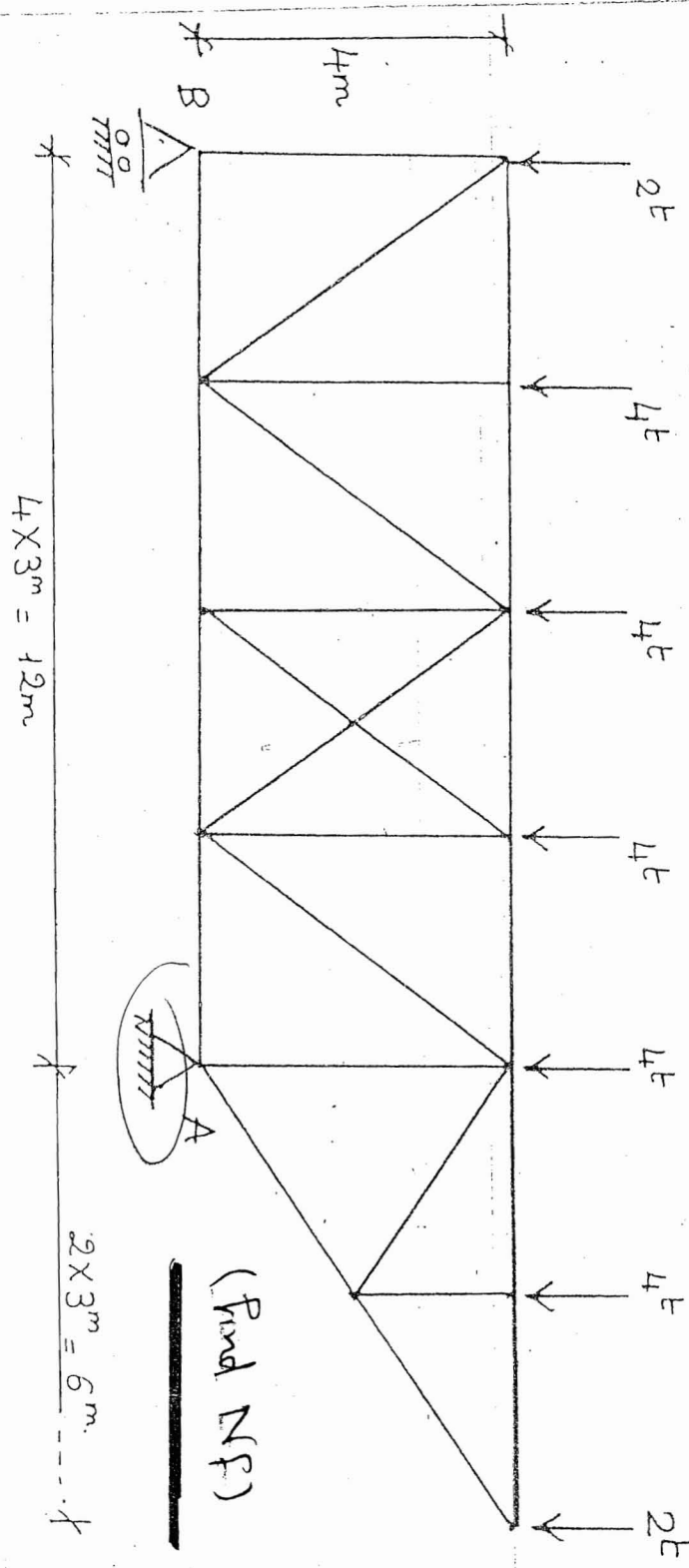
$$\therefore h_E = \frac{L}{EA} \sum N_F N^* = \frac{1}{10000} \times 32 = 32 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.32 \text{ cm}$$

(٤٠) حساب (١٢٢) نَتِيجَاتِ تَغْيَرِ دَرَجَةِ الْحَارَةِ

$$\delta_{11} = 4 \times 10^{-9} \text{ ماسبق}$$

$$\therefore \alpha_1 = 0.05$$

(16/22) ($N_F = 0.05 N_1$)



For upper and lower chord members $A = 50 \text{ cm}^2$

For Vertical & Diagonals members $A = 30 \text{ cm}^2$

* $\text{Degree} = (m+r) - 2j = (24 + 3) - (2 \times 13) = 1$

$\text{Det} = 3 - 3 = 0$

$\text{Unit} = 1$

لا حاجة اضافية

نوع (A)

$\frac{1}{E} \neq C_{ns}$

$\frac{1}{E} \neq C_{ns}$

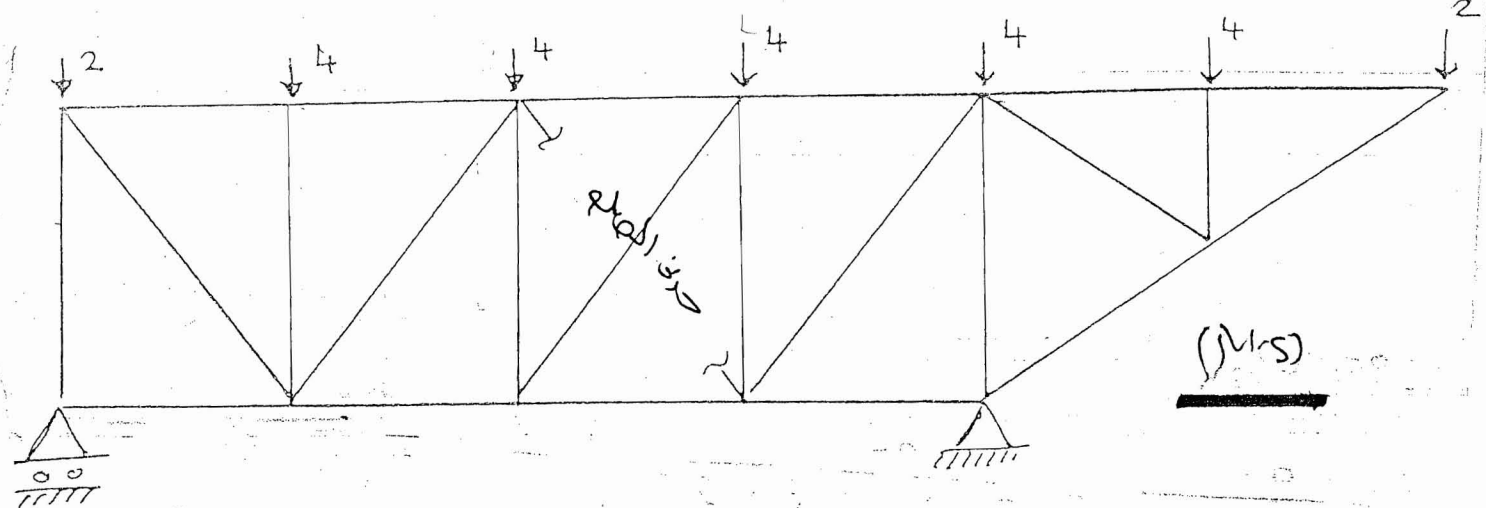
لا حاجة اضافية

(A S L)

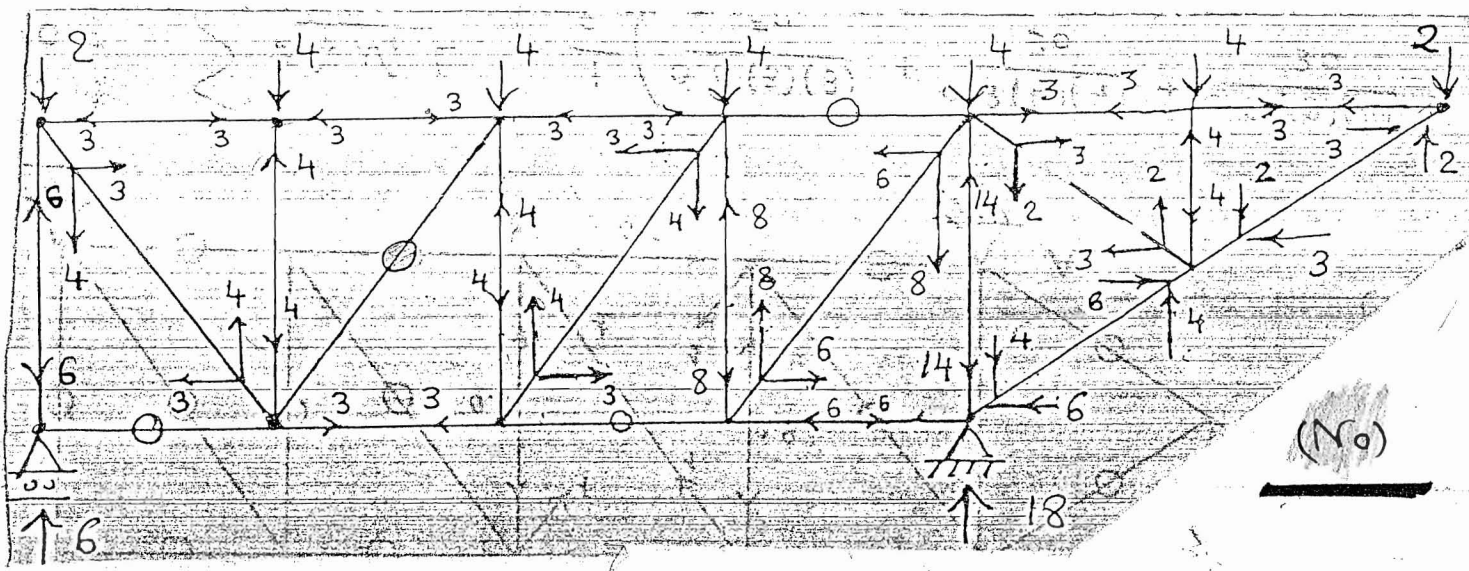
كافة الجمل

يتغير الجمل

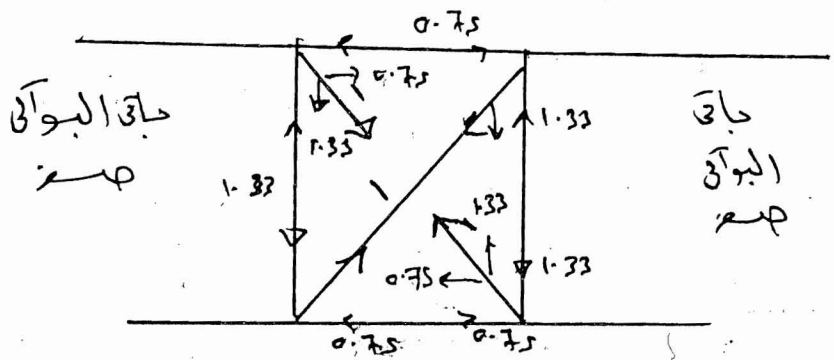
$E = \text{const.}$



(3) Leading (0)



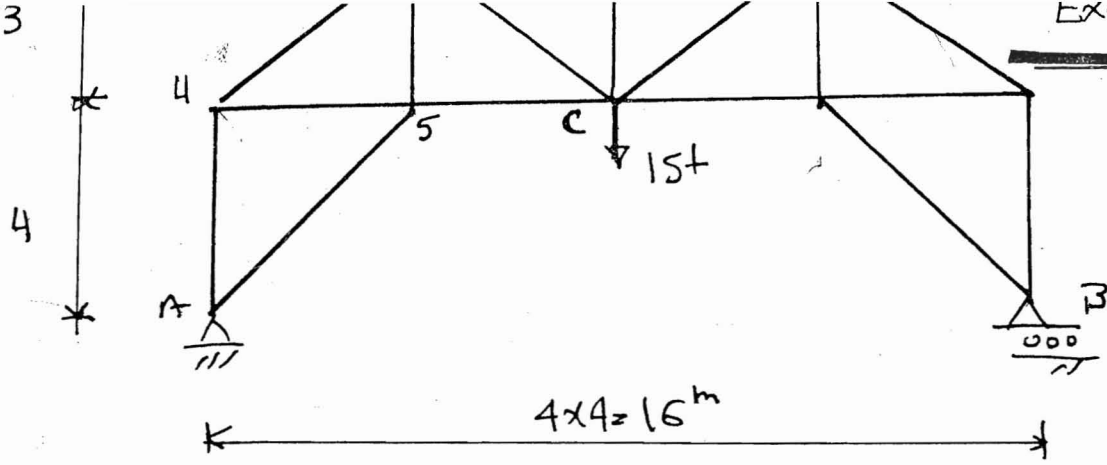
(4) Leading (1)



(5) Displacement

تكون الارب كالتالي

member	L	A	L/A	N ₀	N ₁	N ₁ ²	N ₀ N ₁
1							



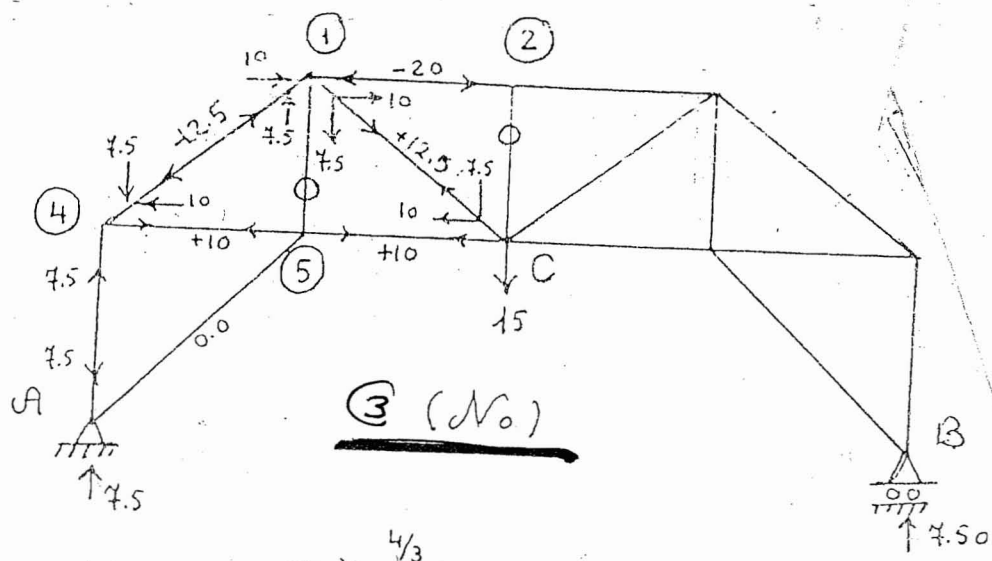
* باستخدام طريقة العنصر الافتراضي لإيجاد القوى الداخلية في أعضاء الشبكة نتيجة الأحمال المعينة تم حساب الحركة المسموحة

* $EA/L = 20000 \text{ t/m}^2$ (و حسب ردود الأفعال نتيجة)

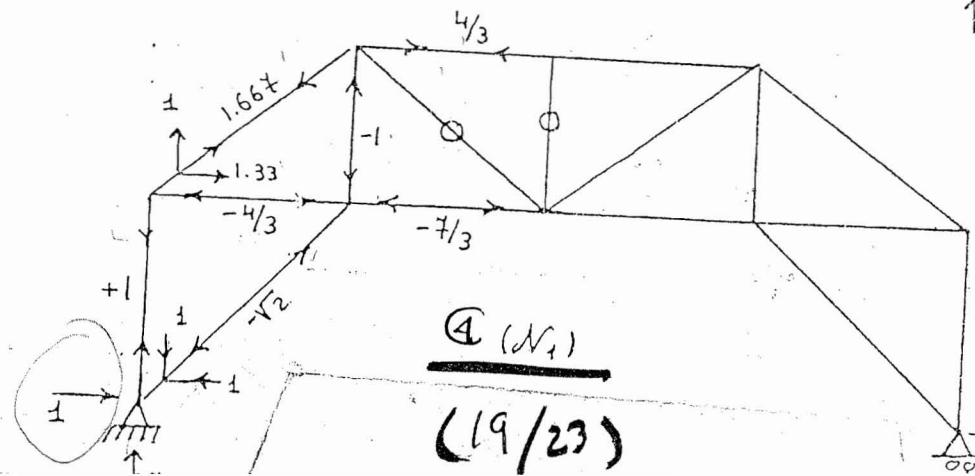
* $\alpha = 10^{-5}$ (تعد درجة حراره العنصر بدرجة)

20°C للصلفين (2-3) (1-2)

* ① $D = (m+r) - 2j = (14 + 4) - (2 \times 10) = 21 - 20 = 1$
 $D_{ext} = r - (3 + c) = 4 - (3 + 0) = 1 \therefore D_{int} = 0$
 * ② $X_1 = X_8$



③ (N_0)



④ (N_1)

(19/23)

member	N_0	N_1	$N_0 N_1$	N_1^2	N_{final}	$N^* = \frac{N_0}{15}$	$N_f * N_c$
4-5	1	-4/3	-40/3	1.777	2.254	0.67	1.5
5-c	1	-7/3	-7/3	5.44	-3.55	0.67	-2.38
1-2	-20	4/3	-80/3	1.777	-12.255	-1.33	16.34
A-4	-7.5	1	-7.5	1	-1.69	-0.5	0.845
5-1	0	-1	0	1	-5.81	0	0
C-2	0	0	0	0	0	0	0
A-5	0	$-\sqrt{2}$	0	2	-8.216	0	0
1-4	-12.5	1.67	-20.88	2.77	-2.817	-0.833	2.35
1-C	12.5	0	0	0	12.5	-0.833	10.416
Σ			-91.71	15.77			29.071
2-C	0	0	0	0	0	0	0

لناتج

$$\delta_{10} = \frac{L}{EA} \sum N_0 N_1 = \frac{L}{EA} (-91.71 \times 2 + \text{zero}) = -\frac{183.42}{20000}$$

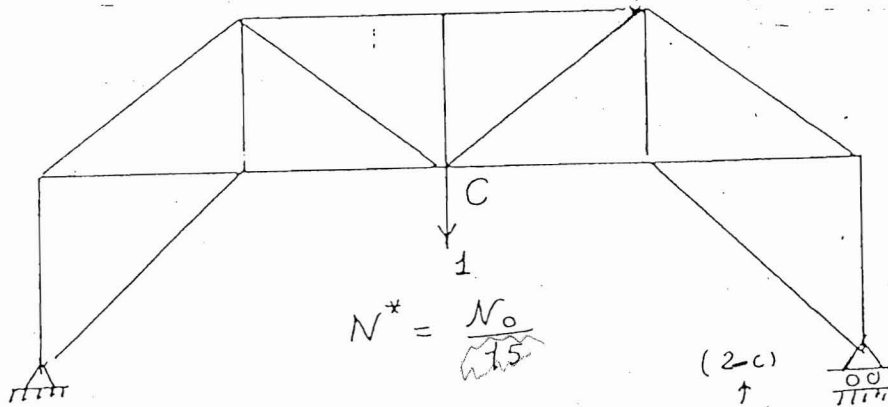
$$\delta_{11} = \frac{L}{EA} \sum N_1^2 = \frac{L}{EA} (15.77 \times 2 + \text{zero}) = \frac{31.54}{20000}$$

Cond

$$\delta_{10} + \delta_{11} X_1 = 0 \quad X_1 = 5.81 \text{ t}$$

$$\textcircled{B} N_{final} = N_0 + N_1 X_1$$

حساب الإفعال في المفاصل



$$Y_c = \sum \frac{N^* N_{final} L}{EA} = \frac{L}{EA} (29.071 \times 2 + 0) = 0.002907 \text{ m} = 0.2907 \text{ mm}$$

حساب ردود الإفعال نتيجة لتغير درجات الحرارة

$$\delta_{1t} = \sum \alpha T_1 N_1 L = 10^{-5} \times 20 * (1.33 \times 4) \times 2 + \text{zero} = 2.128 \times 10^{-3}$$

$$\delta_{11} = \frac{15.77 \times 2 + 0}{20000} = 1.577 \times 10^{-3}$$

$$\delta_{1t} + \delta_{11} X_1 = 0 \quad X_1 = -1.35 \text{ t}$$

$$\therefore X_A = X_B = 1.35 \text{ t}$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad Y_A - Y_0 = 0$$

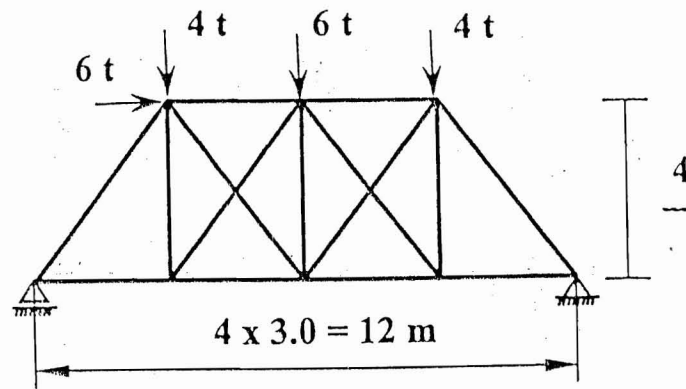
Find the forces in all members of the truss shown in figure.

$$m = 15$$

$$r = 3$$

$$J = 8$$

$$\frac{L}{EA} = \text{constant}$$

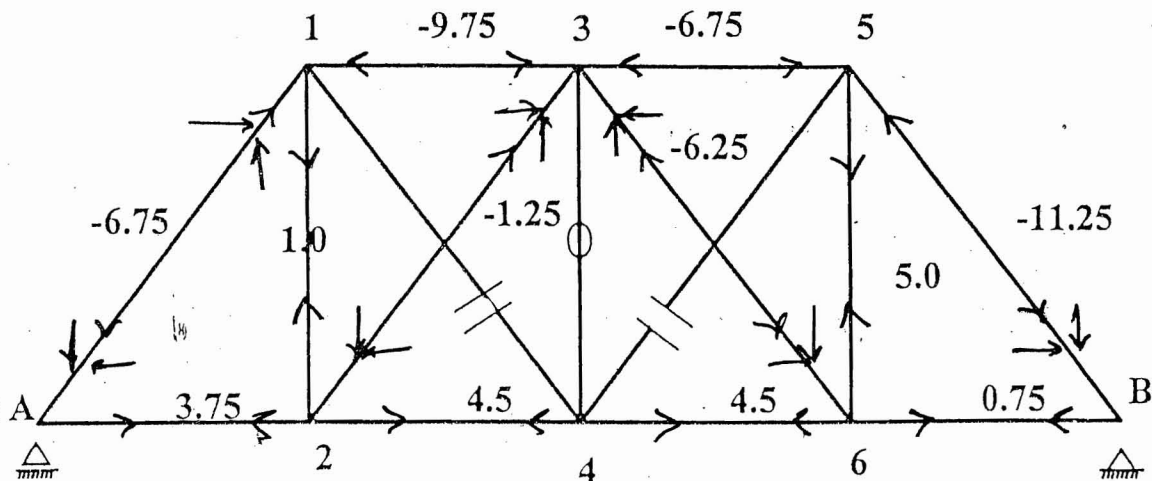


(1) Degree $(m+r) - (2J)$ twice
 $= (15+3) - 16 = 2$

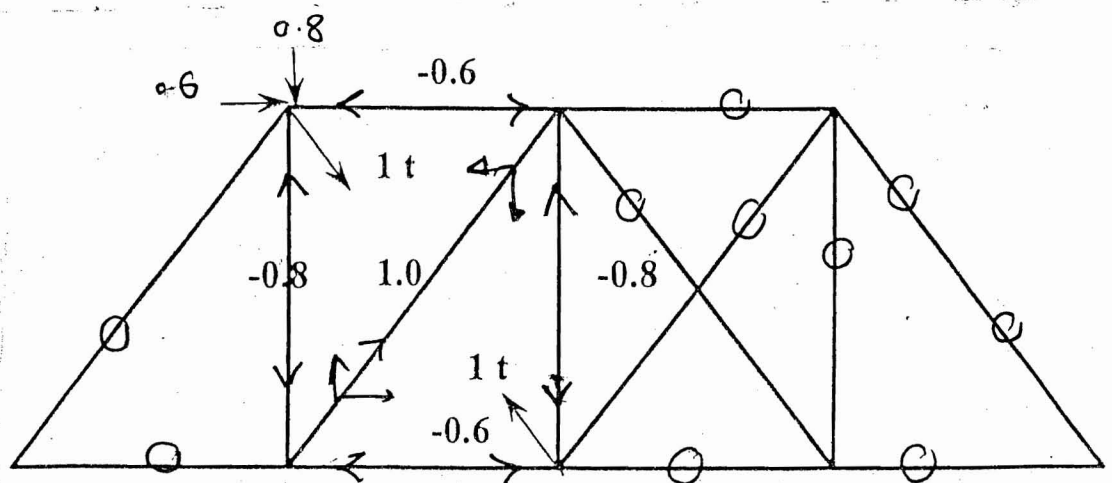
(2) $M \circ S$

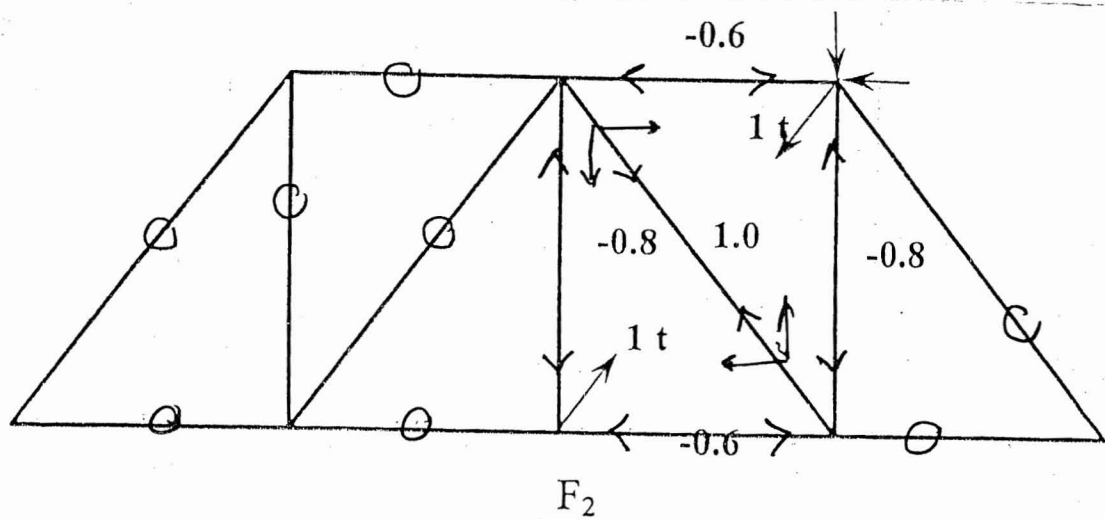
$\times_1 = (1 \rightarrow 4)$ & $\times_2 = (4 \rightarrow 5)$

(3) Load (0)



(4) Load (1)





(6) Displacements

$F = N$

Mem	F_0	F_1	F_2	$F_0 F_1$	$F_0 F_2$	$F_1 F_1$	$F_2 F_2$	$F_1 F_2$	F_{Final}
(1-3)	-9.75	-0.6	0	5.85	0	0.36	0	0	-9.36145
(3-5)	-6.75	0	-0.6	0	4.05	0	0.36	0	-8.14716
(A-2)	3.75	0		0	0	0	0	0	3.75
(2-4)	4.5	-0.6		-2.7	0	0.36	0	0	4.888548
(4-6)	4.5		-0.6	0	-2.7	0	0.36	0	3.10284
(6-B)	7.5			0	0	0	0	0	0.75
(A-1)	-6.25			0	0	0	0	0	-6.25
(1-4)	0	1		0	0	1	0	0	-0.64758
(3-2)	-1.25	1		-1.25	0	1	0	0	-1.89758
(3-6)	-6.25		1	0	-6.75	0	1	0	-3.9214
(5-4)	0		1	0	0	0	1	0	2.3286
(5-B)	-11.25			0	0	0	0	0	-11.25
(1-2)	1	-0.8		-0.8	0	0.64	0	0	1.518064
(3-4)	0	-0.8	-0.8	0	0	0.64	0.64	0.64	-1.34482
(5-6)	5		-0.8	0	-4	0	0.64	0	3.13712
Σ				1.1	-8.9	4	4	0.64	

member

(22/12/21)