تابع طريقة توزيع العزوم

1.50

STR
هادي عامر
01075038354

حصة (7) 2010

تأثير حركة الركائز
Yielding of supports

ثانية مدني

* المقصود بحركة الركائز وتأثيرها (1)
* (FEM) الناتج من حركة الركائز (1)
* أشكال متوقعة على ايجاد FEM
  - Case (1, 2) (1)
  - Case (3 → 7) (2)
  - Case (8 → 10) (3, 4)
  - ملاحظة هامة وشكل (4, 5)
* Ex(1) مثال شرح خطوات الحل
  - sheet(2) → prob(4) (5 → 10)
* Ex(2) تأثير حركة ركائز فقط (10 → 13)
* Ex(3) March (2001)
  * احمال + حركة ركائز (14 → 16)
* Ex(4) May (2005)
  * ايجاد (P) تسبب ازاحة معلومة (16 → 19)
* مسألة الواجب (May 2001) (19)

(*) تأثير حركة الركائز

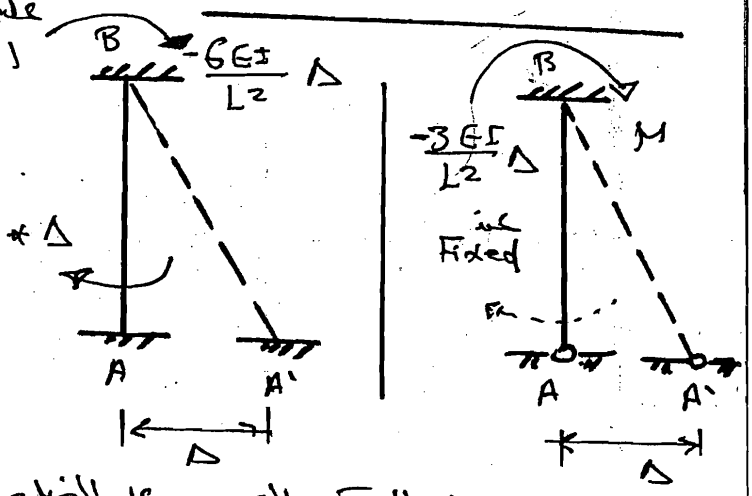
* المقصود بحركة الركائز هو حدوث دوران أو إزاحة (أفقية أو رأسية) عند أى ركيزه

* حركة الركائز تسبب (FEM's) أصناف يمكن أن تنتج من الأحمال إذا وجدت أحمال ويتم وضعهم فى table(0) لجدول (Moment Dist).

* table(1) لا يتم إدخال أى (FEM's) إلا التابعة من الـ (Sway) فقط

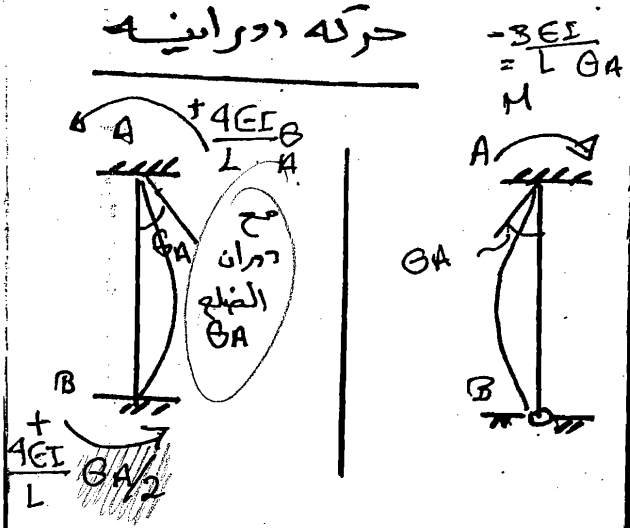
(P) الناتجة من حركة الركائز (F.E.M)

حركة عمودية على مضلع



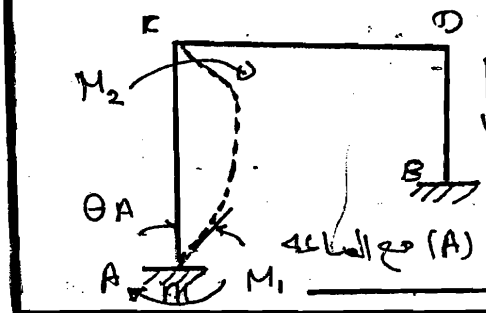
(Δ) مقدار الحركة العمودية على المضلع (m)

حركة دورانية



(θ) مقدار الحركة الدورانية (rad)

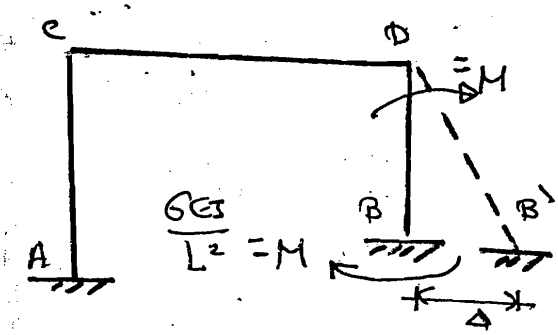
«أمثلة متنوعة»



$$M_1 = \frac{-4EI}{L}\theta_A$$

$$M_2 = \frac{-M}{2}$$

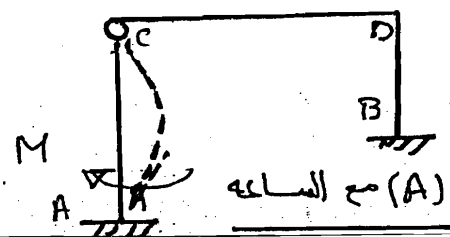
(1) حركة دورانية للركيزه (A) مع الساعه



(3) حركة أفقية عند (B) للخارج

$$M = \frac{-6EI}{L^2}\Delta$$

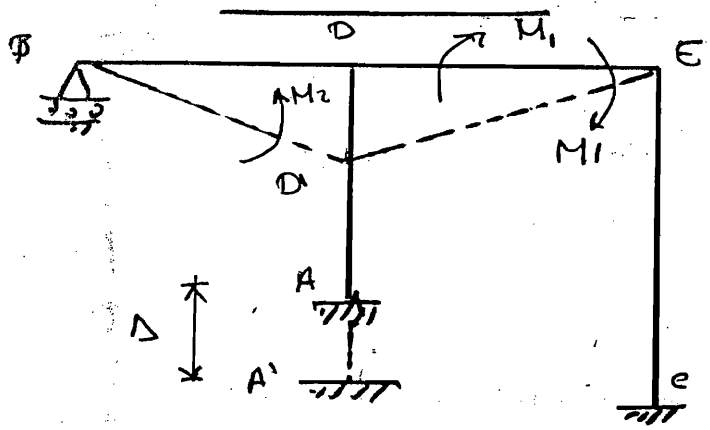
EI ثابت وعامل



$$M = \frac{-3EI}{L}\theta_A$$

(2) حركة دورانية عند (A) مع الساعه

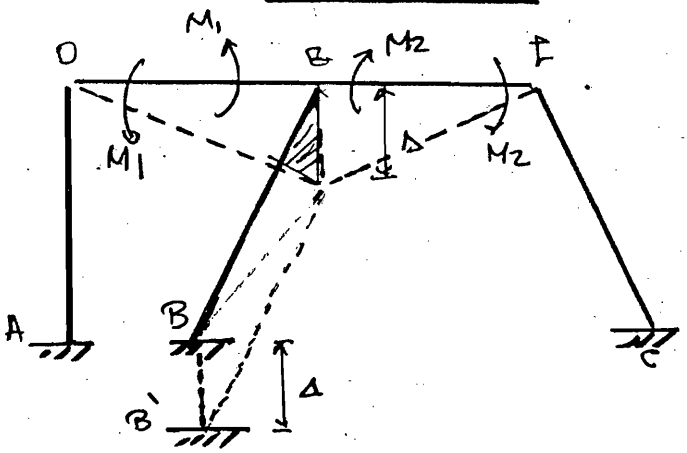
(٥) هبوط عند (A)



$$* M_1 = \frac{-6EI}{(DE)^2} * \Delta$$

$$* M_2 = \frac{+3EI}{(DB)^2} * \Delta$$

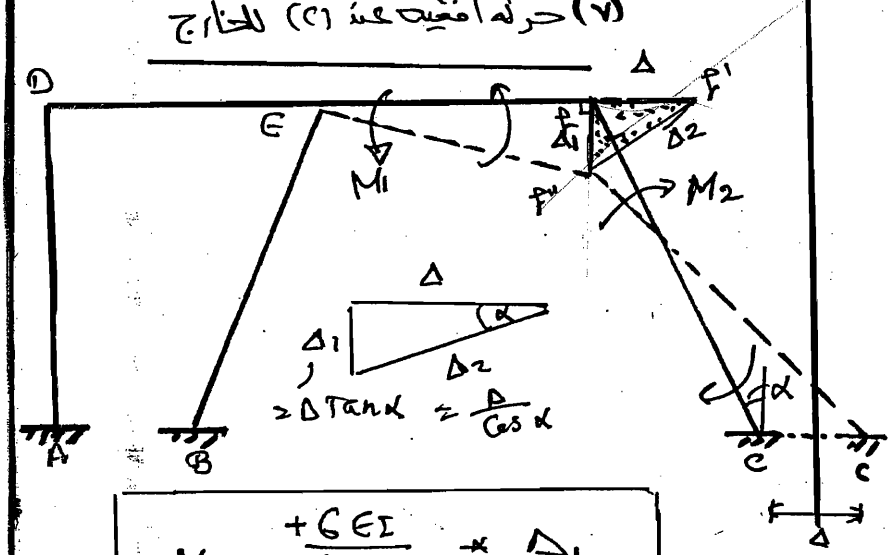
(٤) هبوط عند (B)



$$* M_1 = \frac{+6EI}{(DE)^2} * \Delta$$

$$* M_2 = \frac{+6EI}{(\quad)^2} * \Delta$$

(٧) حركة افقية عند (C) للخارج

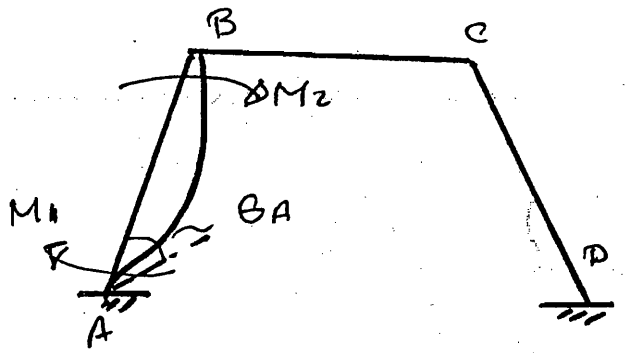


$$* M_1 = \frac{+6EI}{(EF)^2} * \Delta_1$$

$$* M_2 = \frac{-6EI}{(FC)^2} * \Delta_2$$

$\Delta_2 (\Delta_1$ يمكنه رسم Scale ويقاسهم.

(٦) دوران عند (A) مع عكاب السلطه



$$* M_1 = \frac{+4EI}{L} * \theta A$$

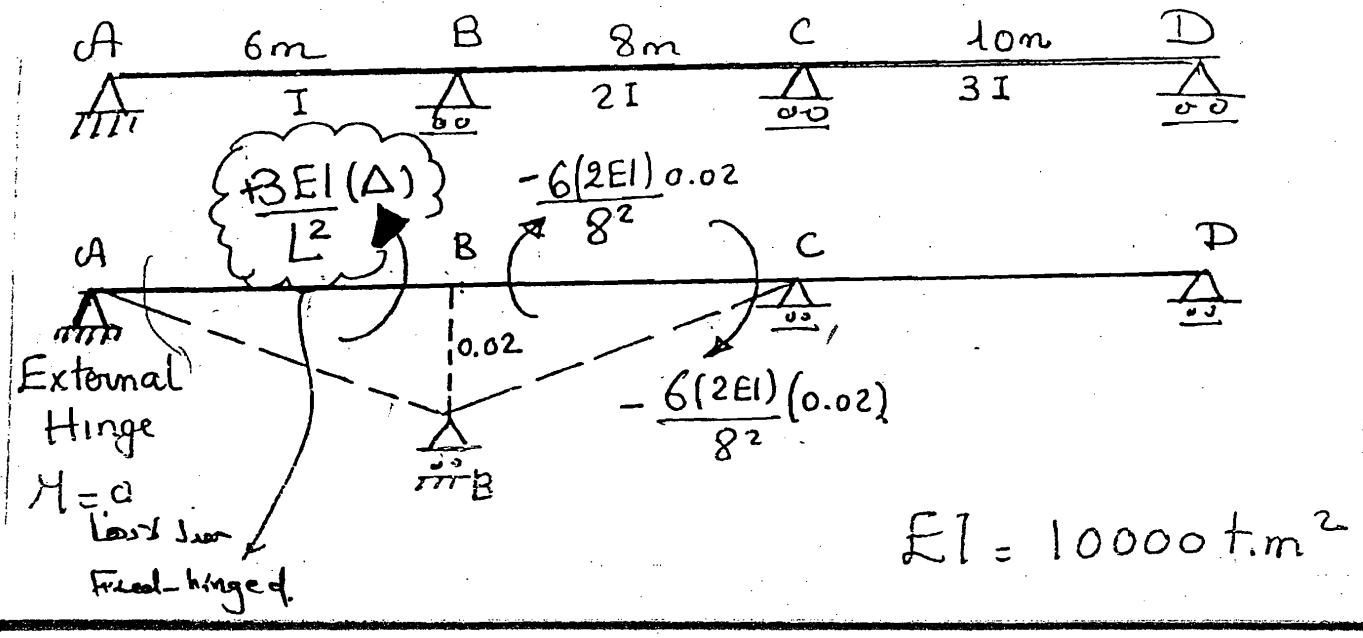
$$* M_2 = \frac{-M_1}{2}$$

مع نفس دوران الضلع

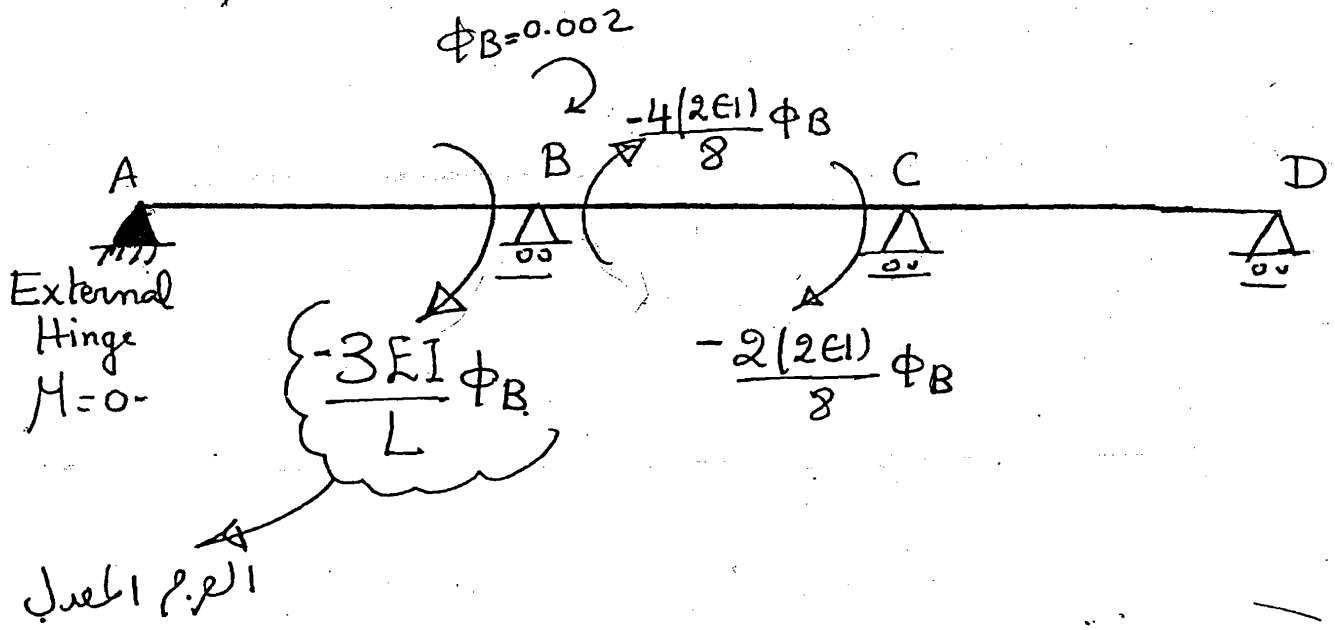
* في حاله الازاحات نعامل نفس معاملات اك (Sway) ونكمل مع وضع ($\Delta = 1$) بعينها الحقيقيه ويتم وضعها فيه ومعامل في جدول table(c)

* في حاله الدورانات يتم وضع فيه $FE\ M = \frac{4EI}{L}$ عند الطرف الذي له دوران ويتم توليد نصف القيمه عند الطرف الآخر $\frac{2EI}{L} = \frac{M}{2}$ و (θ) فيه الدوران (Rad)

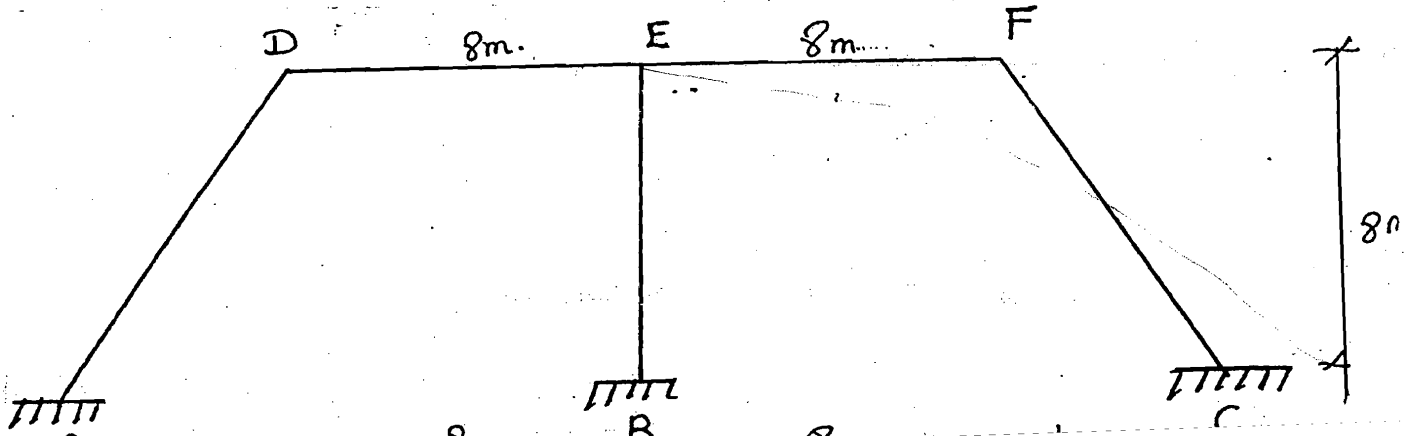
(٨) هبوط عند (B) يساوى (2 cm)



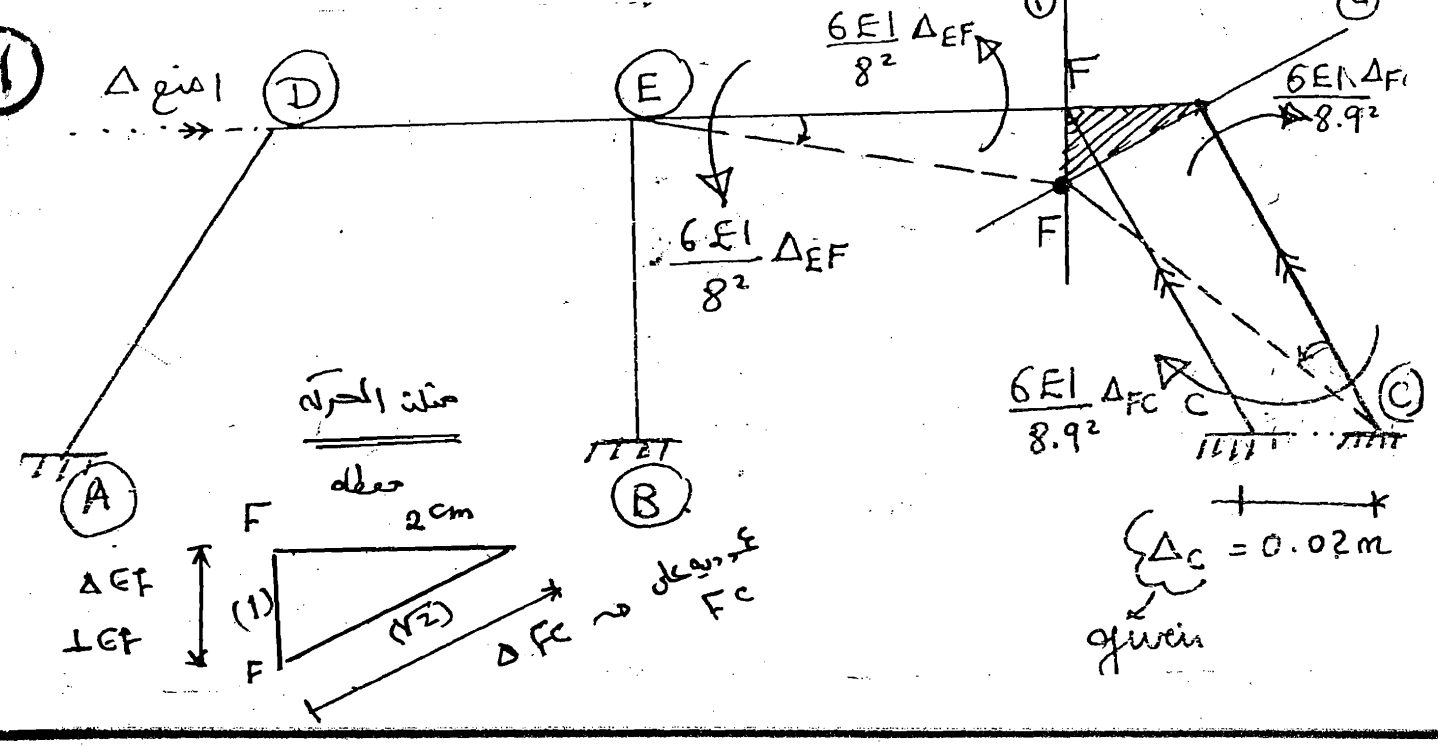
(٩) دوران عند المرتكز (B) قدره ($\phi_B = 0.002$)



(١٠) حركة افقية عند (C) قسرى (20cm)



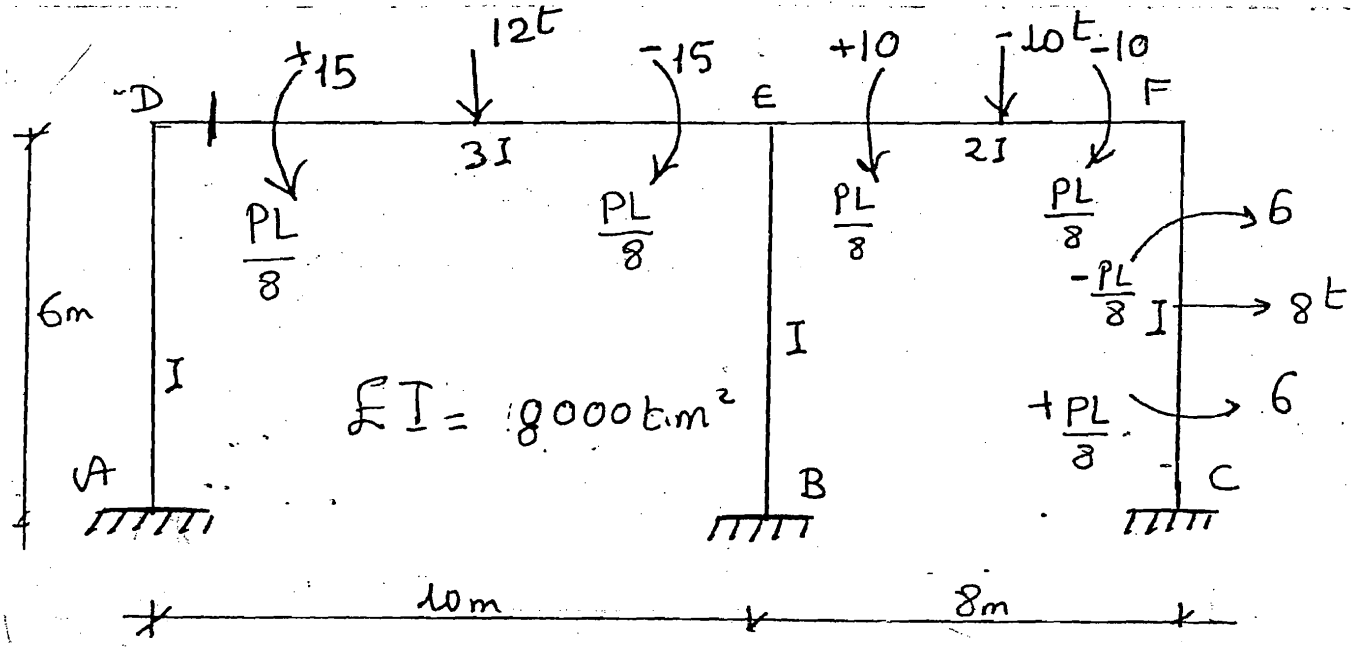
(4)



ملاحظة هامة

اذا كانت في المسألة أكثر من حركة واحدة فيتم حساب كل (FEM) على حده وتكون (FEM) الكلي = (FEM) الحركة 1 + (FEM) الحركة 2

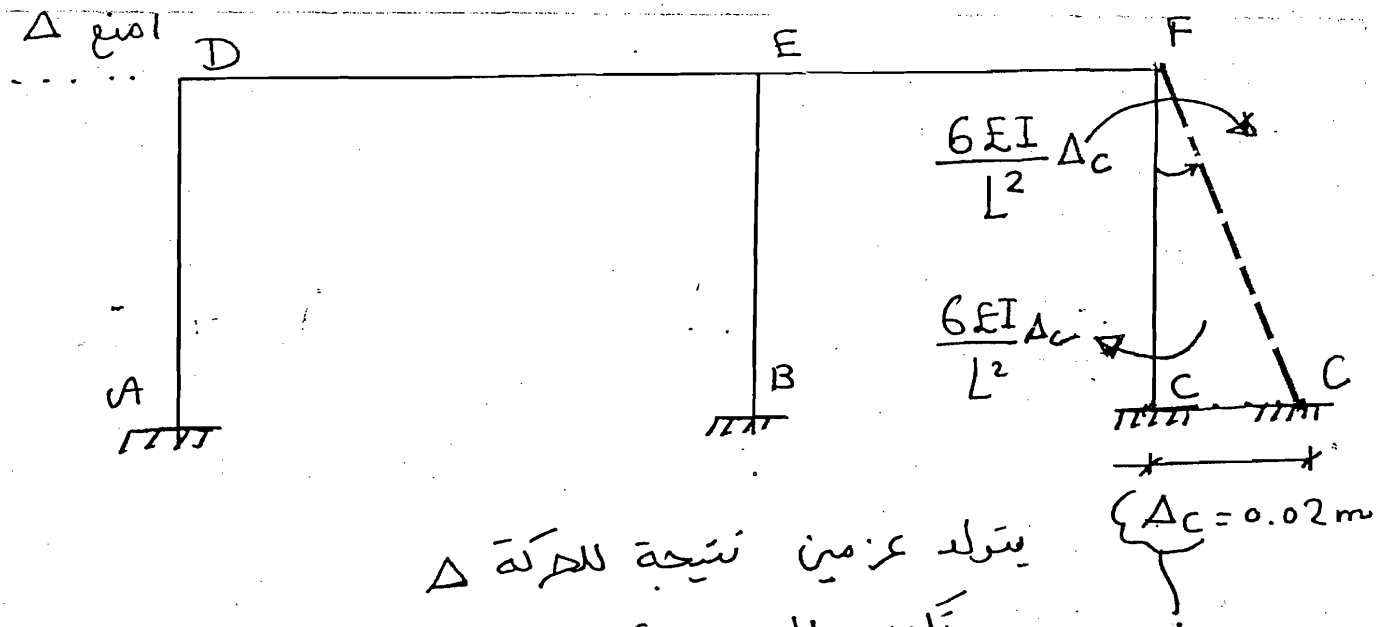
(11) نتيجة الاحمال بالاضافة الى حركة افقية عند (C) للخارج (2cm)



(1) FEM due to Loads

* $M^{DE} = 15$
* $M^{ED} = -15$
* $M_{EF} = 10$
* $M_{EF} = -10$
* $M_{FC} = -6$
* $M_{CF} = 6$

(5) (2) FEM due to $\Delta c = 0.02^m$



يتولد عزمين نتيجة للحركة Δ

وتكون العزوم عكس اتجاه دوران الضلع

قيمة ومعامل EI

$$\curvearrowleft M_{CF} = \frac{6(8000)(0.02)}{(6)^2} = -26.67\ t.m \qquad \curvearrowleft M_{FC} = -26.67\ t.m$$

$F.E.M_{Total} = FEM_{\text{الأحمال}} + FEM_{\text{الحركة}}$

$$M_{DE}^{(F)} = +15 + 0 = +15 \qquad M_{ED}^{(F)} = -15 + 0 = -15$$

$$M_{EF}^{(F)} = +10 + 0 = +10 \qquad M_{FE}^{(F)} = -10 + 0 = -10$$

حركة

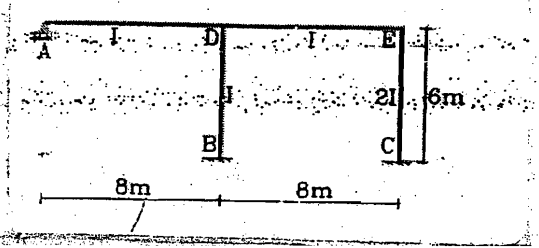
$$M_{CF}^{(F)} = +6 + 26.67 = 32.67\ t.m$$

حركة

$$M^{(F)} = -6 + 26.67 = 20.67\ t.m$$

مثال شرح خطوات الحل Example (1)

Prob(4) → Sheet(3)



أوجد شكل عزوم الانحناء للإطار المبين نتيجة للمؤثرات التالية

(أ) ازاحة أفقية للخارج قدرها ٢سم عند الركيزة C

(ب) دوران فى اتجاه عقارب الساعة قدره ٠٠٣ راديان عند الركيزة B علما بأن $EI = 8000\ t.m^2$

اولاً :- نتيجة ازاحة افقية عند الركن (A) = صفر

* الركزه عند (A) مسموح لها بالحركة الأفقية حيث يجعل الاطار معرض لل (Sway) الأفقي عند المستوى (A D E)

(A) Rel "K", "D.F"

Joint (D)

$S_{DA} = \frac{3(1)}{8} = 0.375$ or $= \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ or $= \frac{4}{8} = 0.5$	$*K_{DA} = \frac{3}{4} \times \frac{1}{8} = \frac{3}{32} = 0.09$	$*D_{DA} = \frac{0.09}{0.386} = 0.25$ or $= \frac{0.375}{1.54}$
	$*K_{DB} = \frac{1}{6} = 0.167$	$*D_{DB} = \frac{0.167}{0.386} = 0.43$ or $= \frac{2/3}{1.54}$
	$*K_{DE} = \frac{1}{8} = 0.125$	$*D_{DE} = \frac{0.125}{0.386} = 0.32$ or $= \frac{0.5}{1.54}$
1.54	$\Sigma K = 0.386$	$\Sigma D = 1.0$

Joint (E)

$S = \frac{4}{8} = 0.5$ or $= \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$	$*K_{ED} = \frac{1}{8} = 0.125$	$*D_{ED} = \frac{0.125}{0.457} = 0.27$ or $\frac{0.5}{1.83}$
	$*K_{EC} = \frac{2}{6} = 0.333$	$*D_{EC} = \frac{0.333}{0.457} = 0.73$ or $\frac{4/3}{1.83}$
1.83	$\Sigma K = 0.457$	$\Sigma D = 1.0$

(B) No Sway Case (a) due to { Loads or حمل حركي }

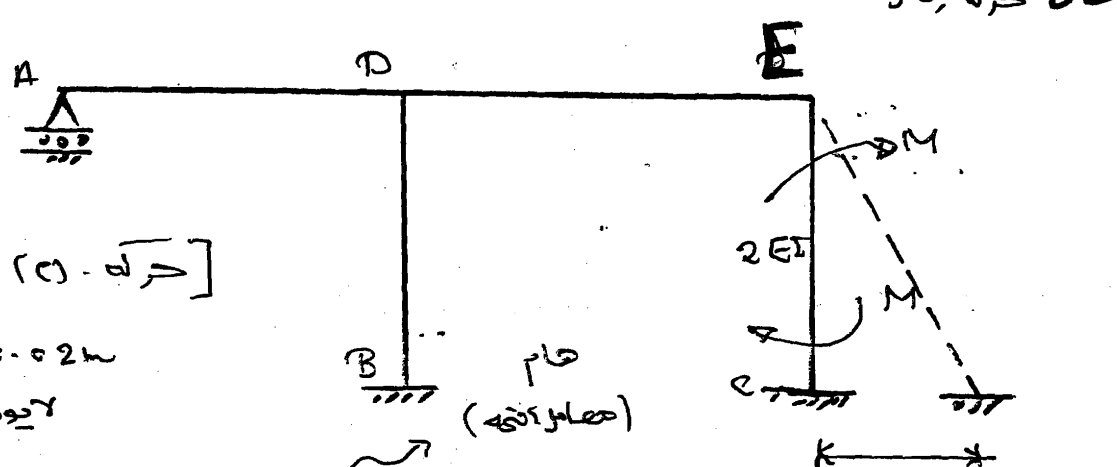
(1) F.E.M

[حركة (a) للخارج (2) م] فقط

$\Delta = 0.02m$

لايوجد احمال

حمل (مصاطيح فقط)



$$* M_{CD} = M_{DC} = \frac{-6EI}{L^2} * \Delta$$

باقي الاعضاء

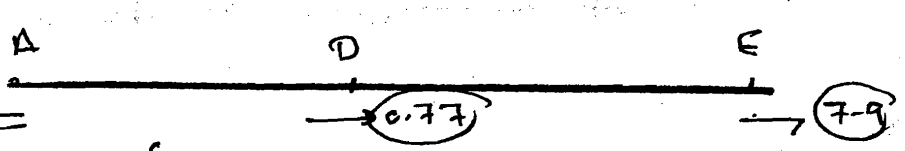
$$= \frac{6(2*800)}{(6)^2} * 0.02$$

$$\therefore M_{CD} = -53.33 = M_{DC}$$

(2) table(1)

Joint	B	D			E		C
member	BD	DB	DA	DE	ED	EC	CG
D.F.	0	0.43	0.25	0.32	0.27	0.73	0
F.E.M	0	0	0	0	0	-53.333	-53.333
D.M	0	0	0	0	+14.4	+38.933	0
C.O.M	0	0	0	+7.2	0	0	+19.467
D.M	0	-3.096	-1.8	-2.304	0	0	0
C.O.M	-1.548	0	0	0	-1.152	0	0
D.M	0	0	0	0	+0.311	+0.841	0
$M_{0}=\Sigma$	-1.548	-3.096	-1.8	+4.896	+13.559	-13.559	-33.866

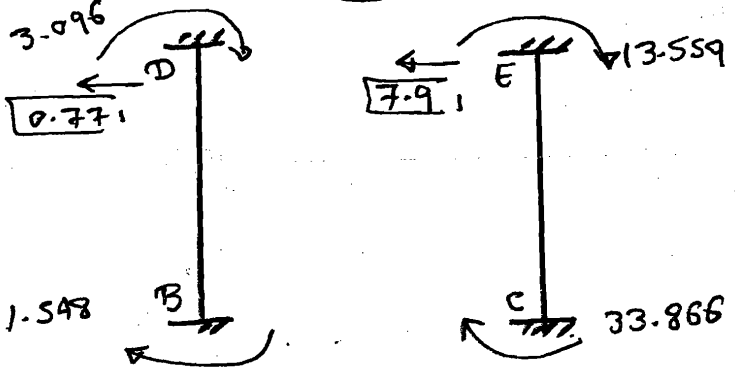
(3) Fio reaction



* $F_{io} - 0.77 - 7.9 = 0.0$

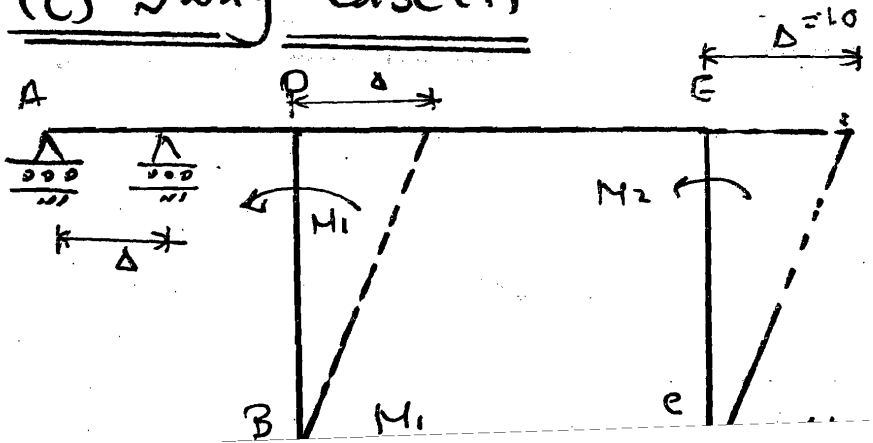
$F_{io} = 0.77 + 7.9$

$\therefore F_{io} = 8.67$ ←



(C) Sway Case (1)

* نفرض حدوث ازاحة افقية دراعا الوحدة ($\Delta = 1$) ناحية اليمين يولد عزوم FEM



(1) F.E.M

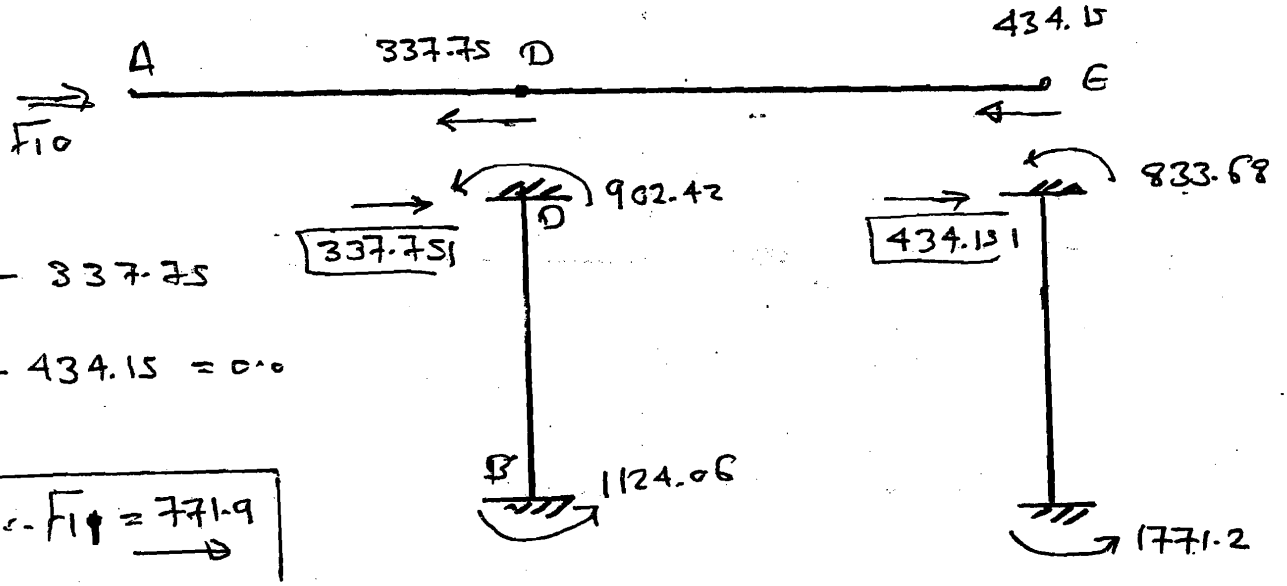
$$M_{1\,BD} = \frac{+6EI}{L^2} \times \Delta = \frac{+6(1\times 8000)}{(6)^2} = +1333.33 \text{ t.m}$$

$$M_{2\,EC} = \frac{+6EI}{L^2} \times \Delta = \frac{+6(2\times 8000)}{(6)^2} = +2666.67 \text{ t.m}$$

(2) table(1)

Joint	B	D			E		C
member	BD	DB	DA	DE	ED	EC	CE
D.F	0	0.43	0.25	0.32	0.27	0.73	0
F.E.M	+1333.33	+1333.33	0	0	0	+2666.67	+2666.7
D.M	0	-573.33	-333.33	-426.67	-720.	-1946.67	0
C.O.M	-286.67	0	0	-360	-213.33	0	-973.34
D.M	0	+154.8	+90	+115.2	+57.6	+155.73	0
C.O.M	+77.4	0	0	+28.8	+57.6	0	+77.87
D.M	0	-12.38	-7.2	-9.22	-15.55	-42.05	0
M_{1-2}	+1124.06	+902.42	-250.53	-651.89	-833.68	+833.68	+1771.2

(3) Fii reaction



$\therefore F_{i\phi} = 771.9 \rightarrow$

دراسة (ADE) للجزء (2x)

(D) Condition

$F_{10} + \alpha F_{11} = 0 - c$ ∴ $\alpha = \frac{8.67}{771.9}$

$-8.67 + 771.9(\alpha) = 0.0$

$\therefore \alpha = 0.011232$

(E) M final

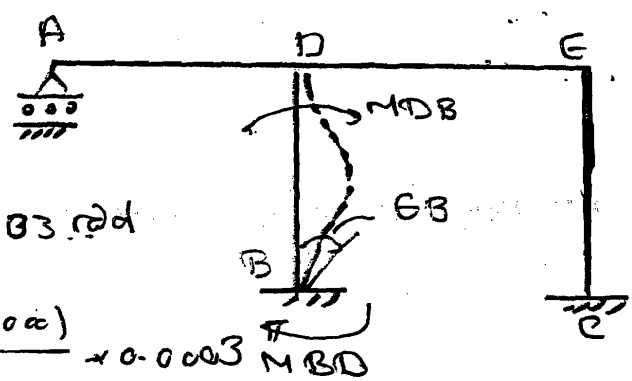
Joint	B	D			E		C
member	BD	DB	DA	DE	ED	EC	CE
M_0	+5.48	-3.096	-1.8	+4.896	+13.559	-13.559	-33.87
αM_1	+12.626	+10.14	-2.82	-7.32	-9.36	+9.36	+19.89
$M_0 + \alpha M_1 = M_f$	+11.078	+7.04	-4.62	-2.42	+4.195	-4.195	-13.972

ثانيا : نتيجة دوران 0.0003^{rad} مع عقارب الساعة عند (B)

(A) Rel "K" and "D.F"

تماهى لم تتغير

(B) Case (0) No Sway



(1) F.EM

في الدوران

$\theta_B = +0.0003$ rad

$* M_{BD}$ at fixed $= \frac{-4EI}{L} * \theta_A = \frac{-4(1+80\alpha)}{6} * 0.0003$

$\therefore M_{DB} = -1.6\ t.m$ $\quad * M_{BD} = \frac{M_{DB}}{2} = -0.8\ t.m$

(2) Table (c)

* وضع (FEM) السابقة وايجاد (M_c)

(10) (3) F11 reaction — وضع العزم على السالب وايجاد (Mo)

وجود الأعضاء الاضافية على (ADE)

وحساب R10 = ؟ مقدارا واتجاها هي اتزان ADE لـ ΣX=0.0

(C) Sway Case (1)

(1) F.E.M

(2) Table (1)

كالحالة الأولى تماما لم تتغير.

(3) F11 reaction

مثل الأولى دون حساب

$$F_{11} = 771.9 \leftarrow$$

(D) Condition

* $R_{10} + \alpha F_{11} = 0.0$

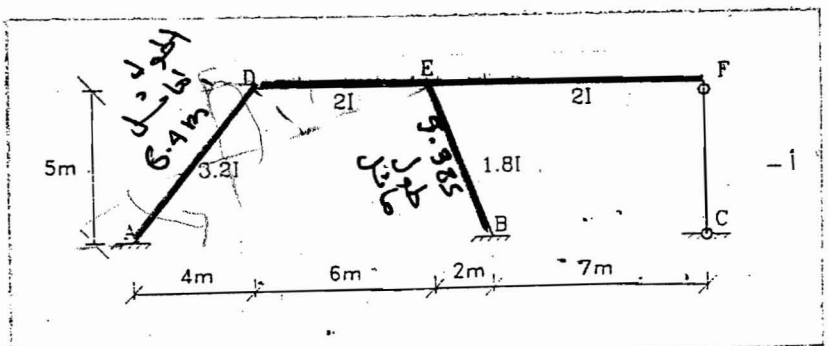
$$-F_{10}/F_{11} = \alpha$$

(E) M Final

* $M_f = M_o + \alpha M_1$

أكمل حل هذا المثال على منوال الأولى

Example (2)



* أوجد شكل عزوم الانحناء للإطار العين بالشكل ودل نتيجة إزاحة افقية للخارج عند (A) مقدارها (2.5).

باستخدام طريقة توزيع العزوم

$(EI) = 6009\ t\,m^2$

(A) Rel "K" and "D.F"

Joint (D)

$S_{DA} = \frac{4(3.2)}{6.4} = 2$ or $= \frac{4(2)}{6} = 4/3$	$K_{DA} = \frac{3.2}{6.4} = 0.5$ $K_{DE} = \frac{2}{6} = 0.333$	$D^{DA} = \frac{0.5}{0.833} = 0.6$ $D^{DE} = \frac{0.333}{0.833} = 0.4$	or $2/3.33$ $4/3$

(B) No Sway Case (c)

Joint (E)

$$S'_{ED} = \frac{4(3)}{6} = \frac{4}{3}$$

$$= \frac{4(1.8)}{5.385} = 1.33$$

$$= \frac{3(2)}{9} = \frac{2}{3}$$

3.34

$$* K_{ED} = \frac{2}{6} = 0.333$$

$$* K_{EB} = \frac{1.8}{5.385} = 0.3343$$

$$* K_{EF} = \frac{3}{4} \times \frac{2}{9} = 0.167$$

$$\Sigma k = 0.8343$$

$$* D^{ED} = \frac{0.333}{0.8343} = 0.4 \quad \frac{4/3}{3.34}$$

$$* D_{EB} = \frac{0.3343}{0.8343} \simeq 0.4 \quad \frac{1.33}{3.34}$$

$$* D_{EF} = \frac{0.167}{0.8343} = 0.2 \quad \frac{2/3}{3.34}$$

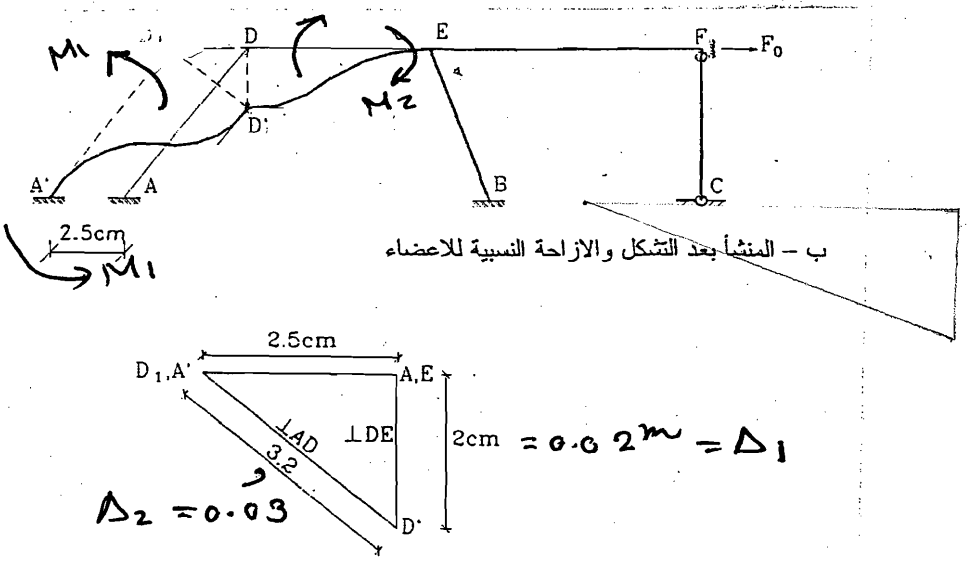
$$\Sigma D = 1.0$$

(1) F.E.M

يرسم عند (D) أركنة (A)

عمودي على (DE) من (D)

و عمودي على (AD) D.M



ب – المنشأ بعد التشكل والازاحة النسبية للاعضاء

$$* M_1 = \frac{+6EI}{L^2} * \Delta_2 = \frac{+6(3.2)(6009)}{41} * 0.03 = +90.65 \text{ tm}$$

$$* M_2 = \frac{-6EI}{L^2} * \Delta_1 = \frac{-6(2)(6009)}{36} * 0.02 = -40.06 \text{ tm}$$

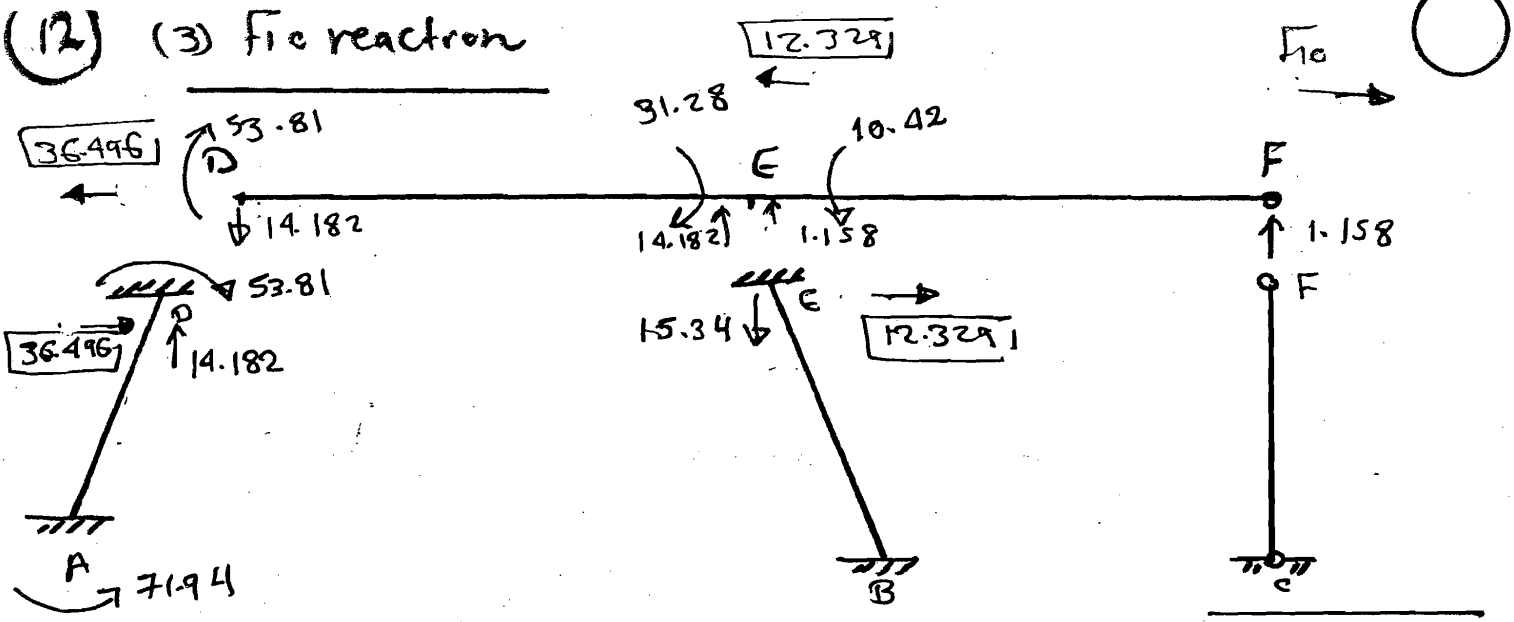
توضع في جدول Case (c) لايجاد (Mc)

(2) Table (c)

$* 10^{-2}$

	E			D		B	A	Joint الوصلة	
EF	EB	ED	DE	DA	BE	AD	Member العضو		
0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0	0	D.F.[3] عوامل التوزيع		
0	0	−4006	−4006	+9005	0	+9005	F.E.M.[3] عزوم تثبيت	دورة	
−801	+1603	+1602	−2000	−2999	0	0	Dist توزيع	(1)	
0	0	−1000	+801	0	+802	−1500	C.O.M عزم منقول	دورة	
+200	+400	+400	−320	−481	0	0	Dist توزيع	(2)	
0	0	−160	+200	0	+200	−241	C.O.M عزم منقول	دورة	
+32	+64	+64	−80	−120	0	0	Dist توزيع	(3)	
0	0	−40	+32	0	+32	−60	C.O.M عزم منقول	دورة	
+8	+16	+16	−13	−19	0	0	Dist توزيع	(4)	
0	0	−7	+8	0	+8	−10	C.O.M عزم منقول	دورة	

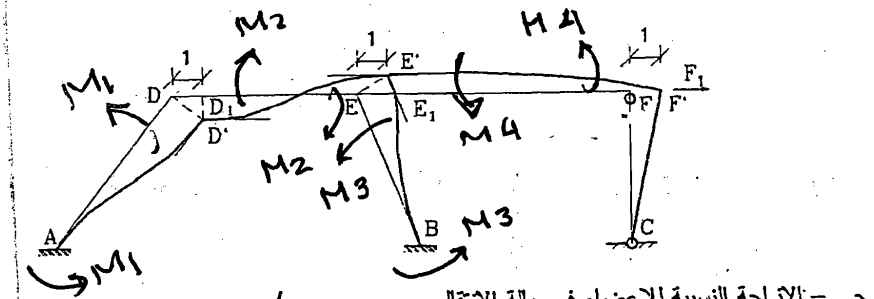
(12) (3) Fic reactron



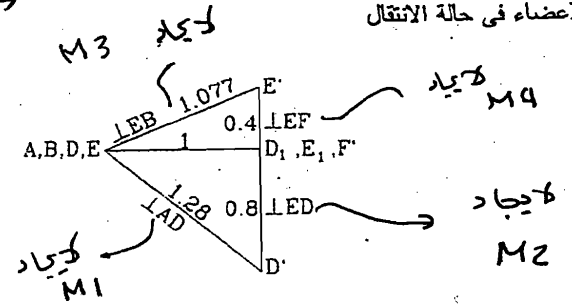
* $F_{IO} = 36.496 + 12.329$

$\therefore F_{IO} = 48.888 \rightarrow$

(C) Sway Case (1)



جـ – الإزاحة النسبية للاعضاء فى حالة الانتقال



لحيث (Fc) لـ (FEM).

(1) F.E.M

ممكن أخذ (EI) عامل مشترك و التعامل مع المعاملات

* $M_1\ (AD) = \dfrac{+6(1.28EI)}{41} = +0.599\ EI$

* $M_2\ (DE) = \dfrac{-6(2\times 1.2EI)}{36} = -0.40\ EI$

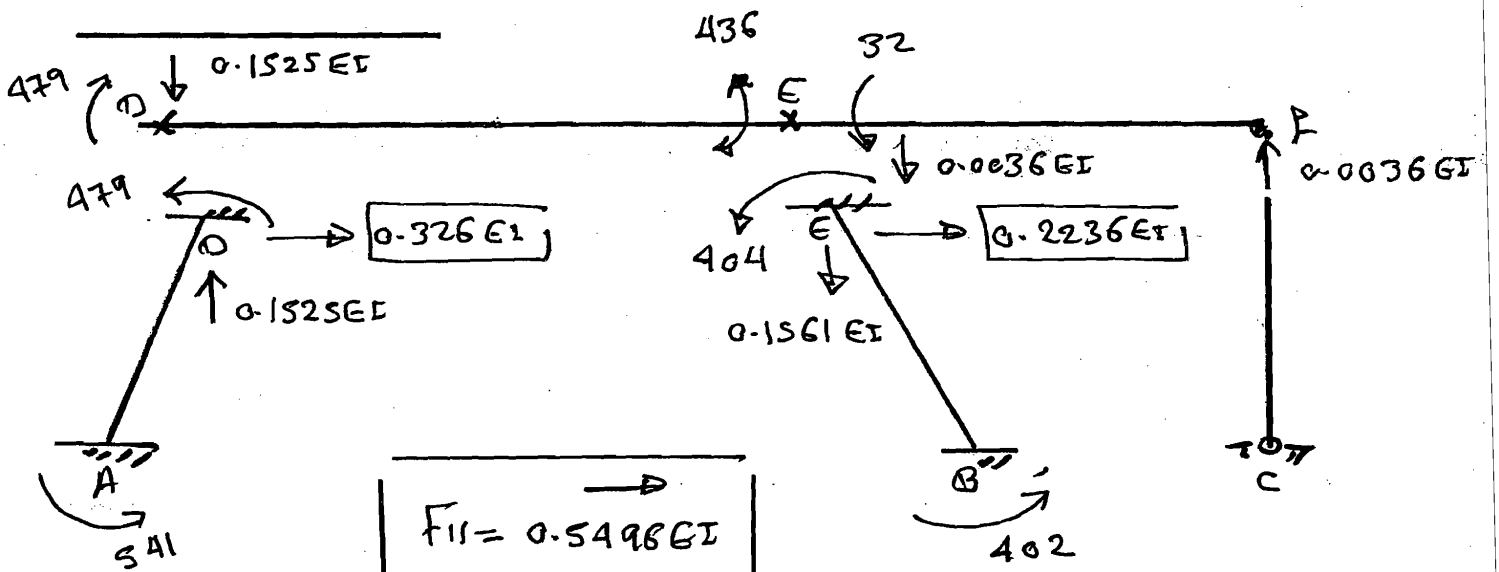
* $M_3\ (EB) = \dfrac{+6(1.8\times 1.077EI)}{29} = +0.401\ EI$

* $M_4\ (EF) = \dfrac{+3(2\times 0.4EI)}{8} = +0.03\ EI$

(13) (2) Table (1) $\times 10^3$ EI

E			D		B	A	Joint الوصلة	
EF	EB	ED	DE	DA	BE	AD	Member العضو	
0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0	0	D.F.^{3} عوامل التوزيع	
+30	+401	-400	-400	+599	+401	+599	F.E.M.^{3} عزوم تثبيت	دورة (1)
-6	-13	-12	-80	-119	0	0	Dist توزيع	
0	0	-40	-6	0	-7	-60	C.O.M عزم منقول	دورة (2)
+8	+16	+16	-2	-4	0	0	Dist توزيع	
0	0	+1	+8	0	+8	+2	C.O.M عزم منقول	دورة (3)
0	0	-1	-3	-5	0	0	Dist توزيع	
+32	+404	-436	-479	+479	+402	+541	$M_1 = \Sigma$	

(3) Fii reaction



$$F_{11} = 0.5498EI$$

(D) Conditron

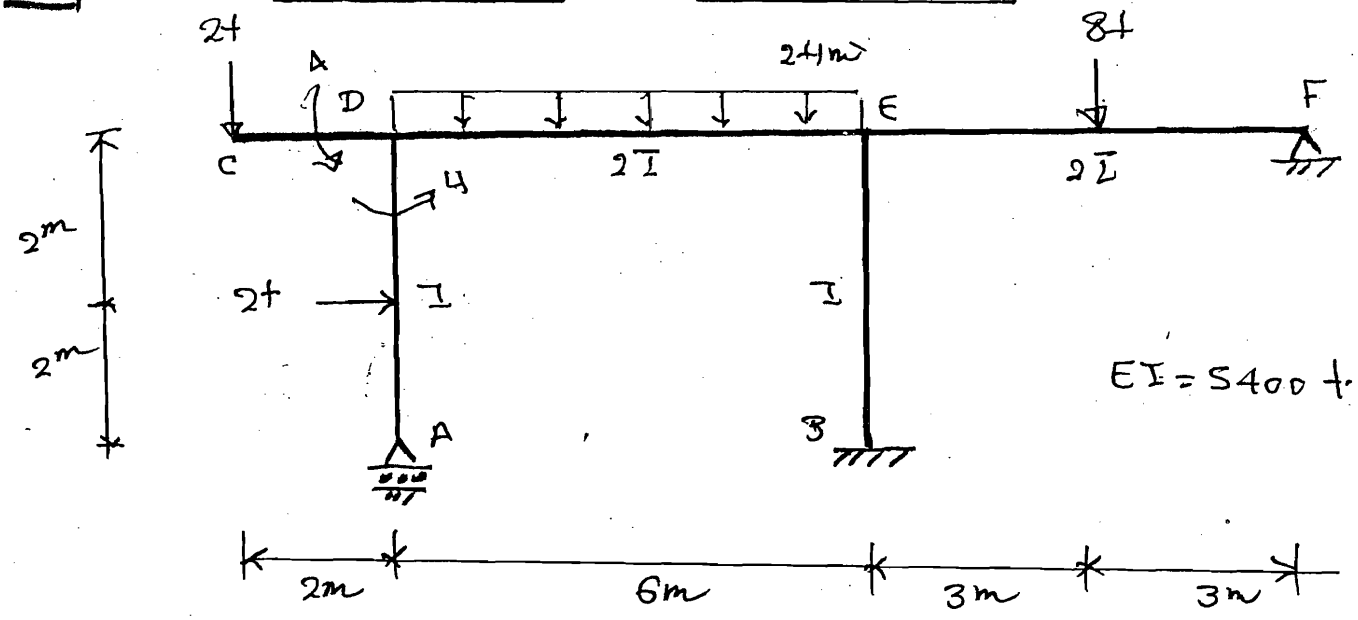
$$\therefore \alpha = \frac{-F_{10}}{F_{11}} \qquad \therefore \alpha = -88.952/EI$$

(E) M final

Joint	E			D		B	A
member	EF	EB	ED	DE	DA	BE	AD
M_1	+1642	+2086	-3128	5381	+5381	+1042	+7194
αM_1	-285	-3594	+3878	+426	-4261	-3576	-4871

14

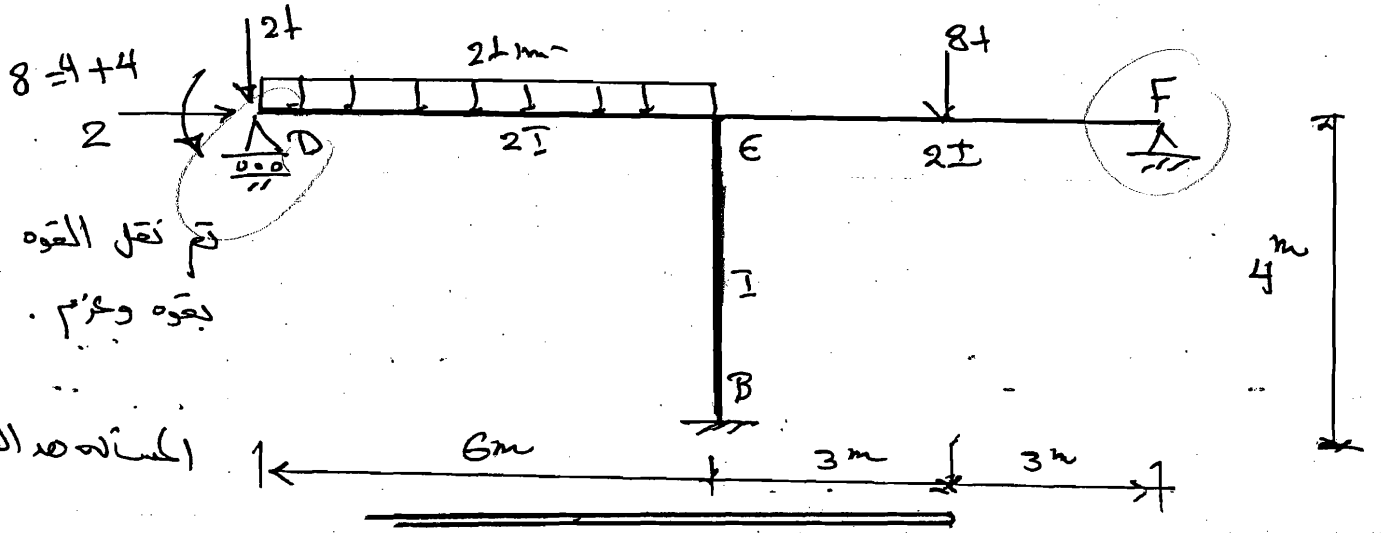
Example (3)



* باستخدام طريقة توزيع العزوم أرسم (B.M.D) نتيجة الأحمال المبينة بالإضافة إلى هبوط رأسي عند المرتكز (F) قدره (5 مم).

* المستوى الأفقي (CDEF) لا يحدث له (Sway) بسبب المرتكز (hinge) عند (F) لأن تكون المسألة (No sway)

* العزم عند الوصلة (D) معلوم لعدم وجود رد فعل أفقي عند (A)



المسألة هي المقابلة

(1) Rel "K" and "D.F"

Joint E

$S = \frac{3(2)}{6} = 1$ or

$= \frac{4}{4} = 1$

$= \frac{3(2)}{6} = 1$

$K_{EB} = \frac{3}{4}(\frac{2}{6}) = 0.25$

$K^{EB} = \frac{1}{4} = 0.25$

$K^{EF} = \frac{2}{6} + \frac{3}{4} = 0.25$

$D^{ED} = \frac{0.25}{0.75} = \frac{1}{3}$

$D^{EB} = \frac{0.25}{0.75} = \frac{1}{3}$

$D^{EF} = \frac{0.25}{0.75} = \frac{1}{3}$

or

1/3

1/3

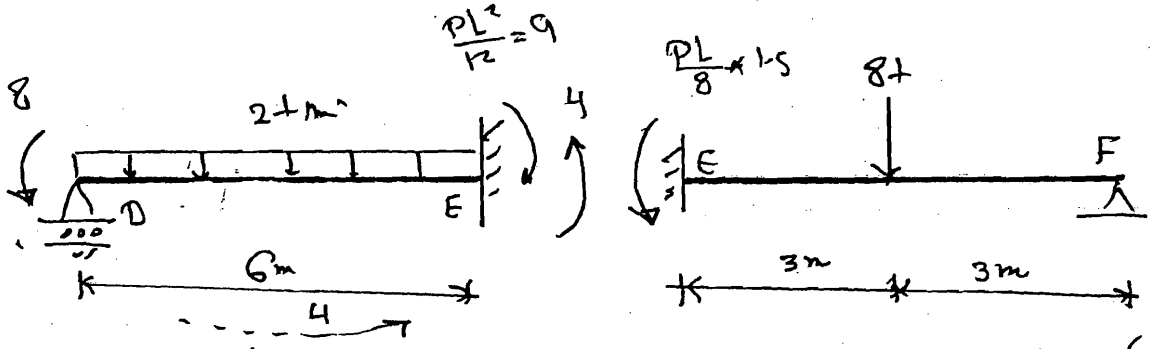
$\Sigma D = 1.0$

1/3

S/ES

نتيجه الاحمال ،
حركه الرطنش ،
دايه الزاوي

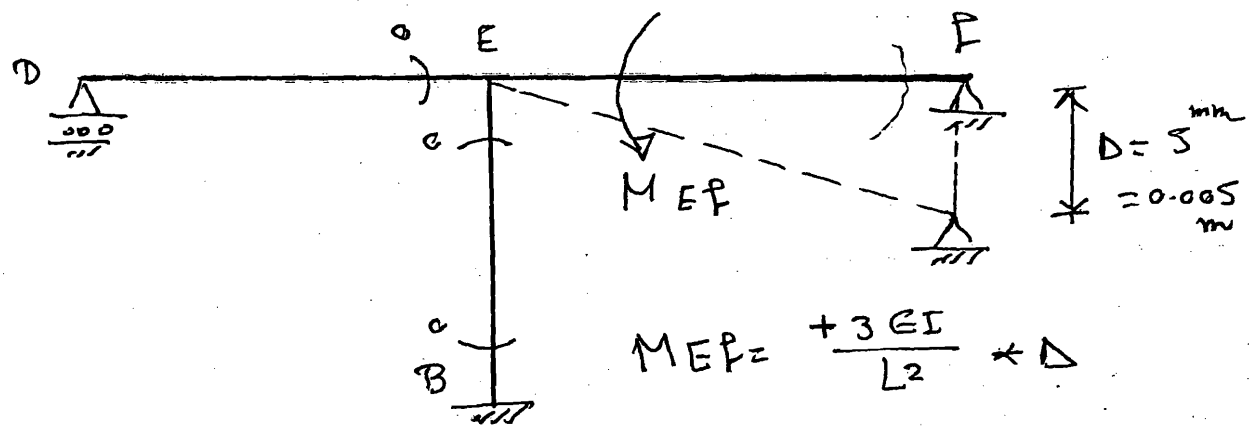
(2-a) Due to Loads



$\therefore M_{ED} = 9-4=5$ ↺

$M_{EF} = 1.5\left(\frac{8\times6}{8}\right) = 9$ ↻

(2-b) Due to $\Delta_F = 1$ mm ↓

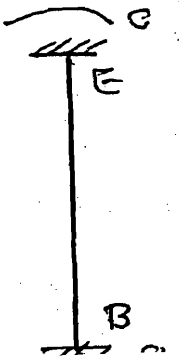


$M_{EF} = \frac{+3EI}{L^2} * \Delta$

$* M_{EF} = \frac{+3\,(2\times5400)}{(6)^2} * 0.005 = +4.5$ t.m

(*) Final FEM نتيجه الاحمال الضوط

$+9+4.5 = +13.5$



$* M_{ED} = M_{ED}$ (الاحمال) $+ M_{ED}$ (ضوط)

$= -5+0$

$= -5$ t.m

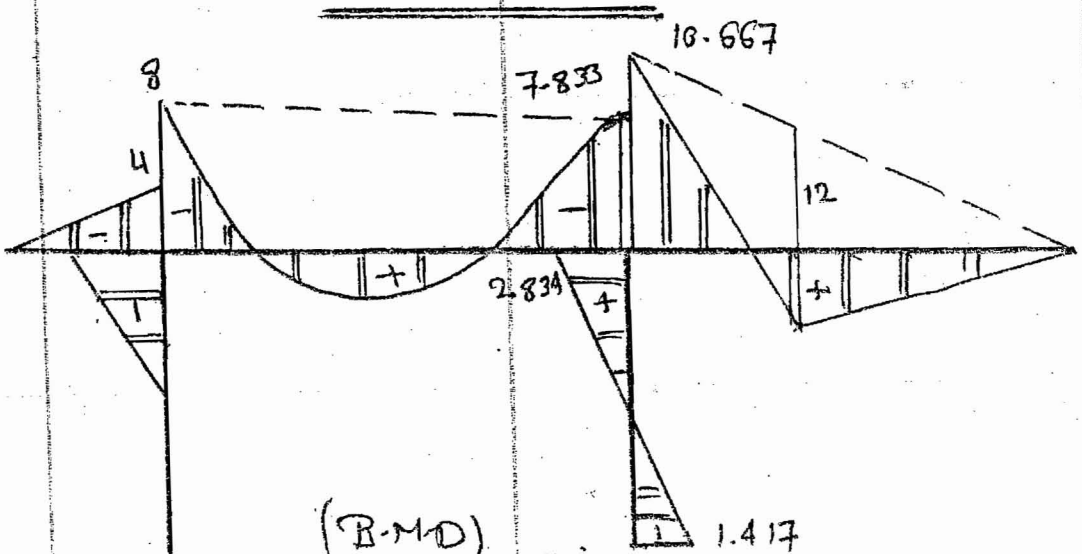
$* M_{EF} = M_{EF}$ (الاحمال) $+ M_{EF}$

$= +9-14.5 = +13.5$ t.m

(3) Table (M.D)

Joint	E			B
member	ED	EF	EB	BE
D.F	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	0
F.EM	-5	+13.5	0	0
D.M	-2.833	-2.833	-2.834	0
C.O.M	0	0	0	-1.417
D.M	0	0	0	0
$M_F = \Sigma$	-7.833	+10.667	-2.834	-1.417

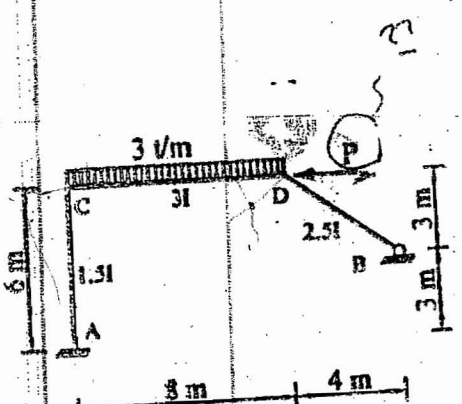
(4) M final



(F.M.D)

Example (4)

MAY 2005



* احسب (F) بحيث تكون الازاحه الافقيه عند (C) تساوى (1.28cm) باتجاه اليسار. بحيث تكون الازاحه فى الاتجاه المعكس [CD = 1.28]

$E I = 5000\ t.m^2$.

Sway

CD

(A) R&L K, D.F's

or

$\frac{4(1.5)}{6} = 1$ | $K_{CA} = \frac{1.5}{6} = \frac{1}{4} = 0.25$

$\frac{4(3)}{8} = 1.5$ | $K_{CD} = \frac{3}{8} = 0.375$

2.5 | $\Sigma K = 0.625$

Joint (C)

$D^{CA} = \frac{0.25}{0.625} = 0.4$

$D^{CD} = \frac{0.375}{0.625} = 0.6$

$\Sigma D = 1.0$ ✓

or

$\frac{1}{2.5}$

$\frac{1.5}{2.5}$

or

$\frac{4(3)}{8} = 1.5$ | $K^{DC} = \frac{3}{8} = 0.375$

$\frac{3(2.5)}{5} = 1.5$ | $K^{DB} = \frac{3}{4}\left(\frac{2.5}{5}\right) = 0.375$

3 | DB الطرف البعيد ↵ $\Sigma K = 0.750$

Joint (D)

$D^{DC} = \frac{0.375}{0.750} = 0.50$

$D^{DB} = \frac{0.375}{0.750} = 0.50$

$\Sigma D = 1.0$ ✓

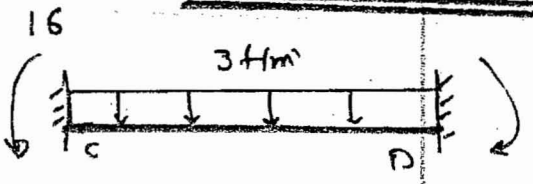
or

$\frac{1.5}{3}$

$\frac{1.5}{3}$

(B) Case (a) No Sway

1) FEM



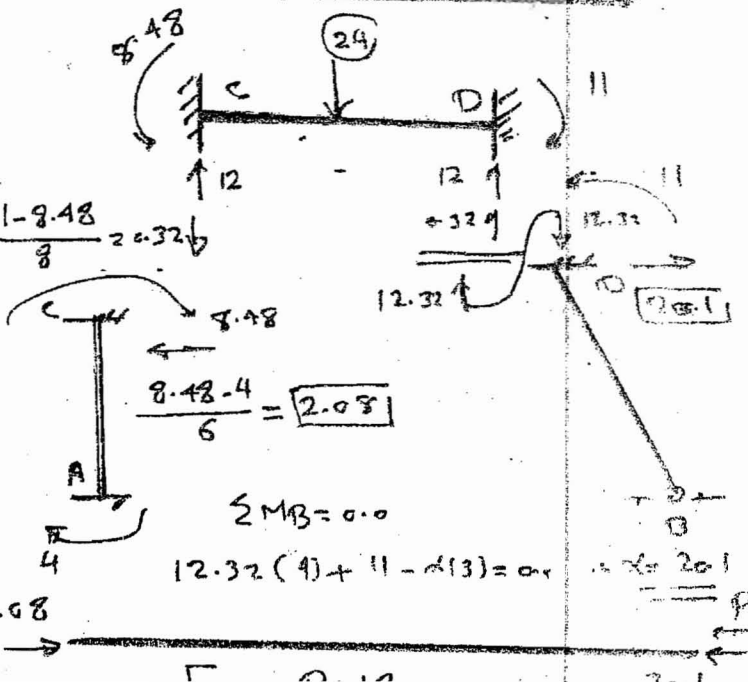
حالة الاصناع

FEM = 0.0

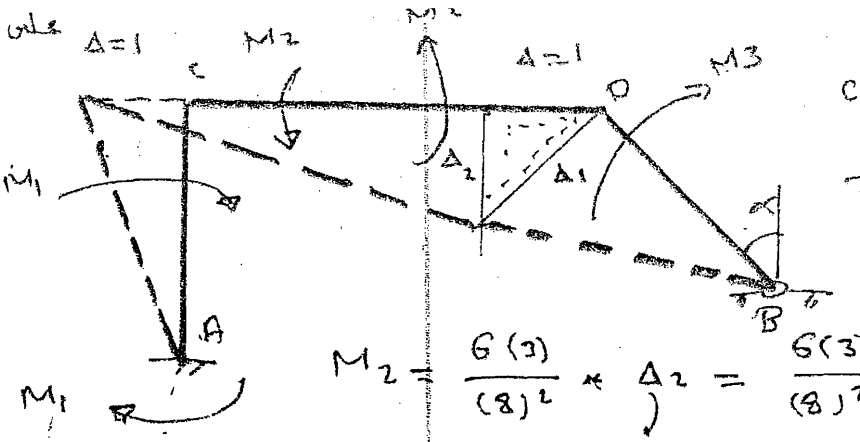
2) Table (a)

	D		C		A
Mem	DB	DC	CD	CA	AC
D.F	0.5	0.5	0.6	0.4	0.0
FEM	0	-16	16	0	0
Dist	8	8	-9.6	-6.4	0.0
C.O.M	0.0	-4.8	4	0.0	-3.2
Dist	2.4	2.4	-2.4	-1.6	0.0
C.O.M	0	-1.2	1.2	0	-0.8
Dist	0.6	0.6	-0.72	0.48	0.0
	11	-11	8.48	8.48	-11

(3) Find reactions



(18)



$\cos\alpha = \frac{3}{5} = 0.6$

$\tan\alpha = \frac{4}{3} = 1.33$

$M_1 = \frac{-6(1.5)}{6^2} \times 1 = -0.25$

$M_2 = \frac{6(3)}{(8)^2} \times \Delta_2 = \frac{6(3)}{(8)^2}(1.33) = 0.37$

$M_3 = \frac{-3(2.5)}{(5)^2} \times \Delta_1$ (fill/stiff)

$\Delta = \frac{1}{\cos\alpha} \times \tan\alpha$

$= \frac{-3(2.5)}{(5)^2} \times \frac{1}{0.6} = -0.5$

(C) Case(1) Sway

1) FEM's

$M_{AC} = M_{CA} = -0.25$

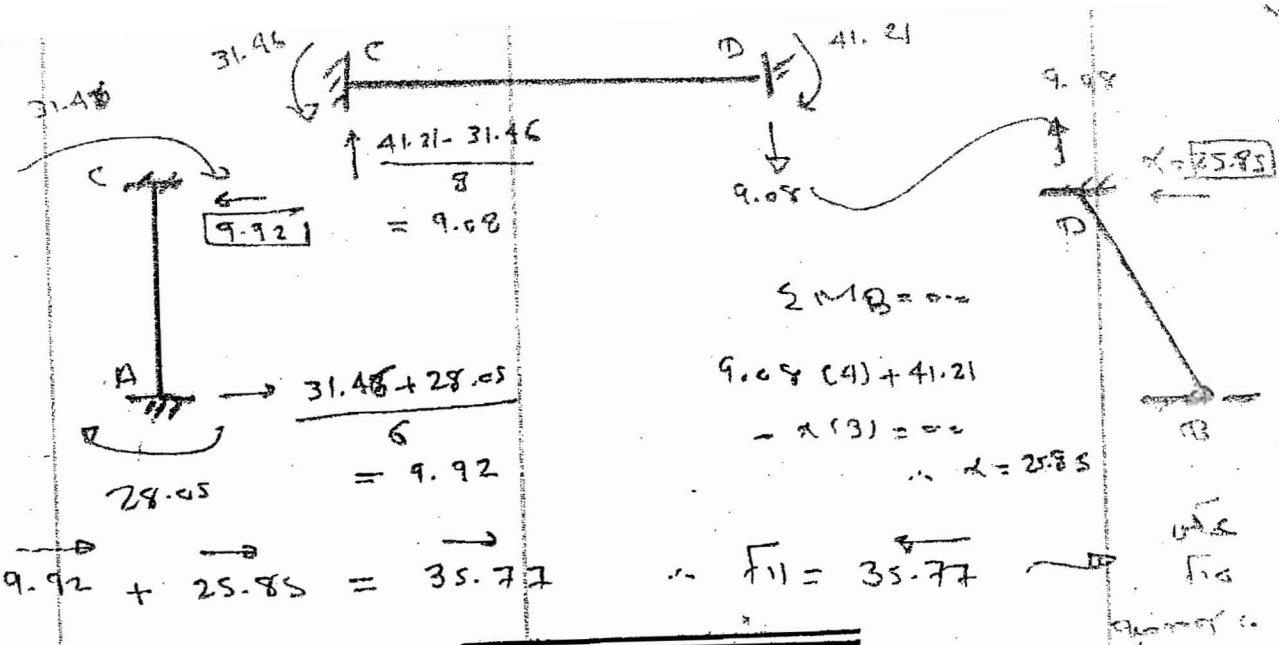
$M_{CD} = M_{DC} = 0.37$

$M_{DB} = -0.5$

2) Table(1)

$\times 10^{-2}$

Joint	D		C		A
member	DB	DC →	CD ←	CA →	AC ←
D.Fs	0.5	0.5	0.6	0.4	0
FEM	-50	+37	+37	-25	-25
Dist	6.5	6.5	-7.2	-4.8	0.0
C.O.M	0.0	-3.6	+3.25	0.0	-2.4
Dist	1.8	1.8	-1.95	-1.3	0.0
C.O.M	0.0	-0.98	0.9	0.0	0.65
D.F	0.49	0.49	-0.54	-0.36	0.0
ΣM_1	-41.21	41.21	31.46	-31.46	-28.05



$\Sigma x = 9.92 + 25.85 = 35.77 \rightarrow$ ∴ $F_{11} = 35.77$ ← عكس F_{10}

∴ α = القيمة الكبرى

(D) Condition

$$\alpha = \frac{F_{10}}{F_{11}} \qquad 1.25 = \frac{P+19}{35.77} \qquad \therefore P = 18.46\ t \ \#$$

ملاحظة هامة

* اذا احتاج الامر (P) التي تمنع حركة العزم (D)

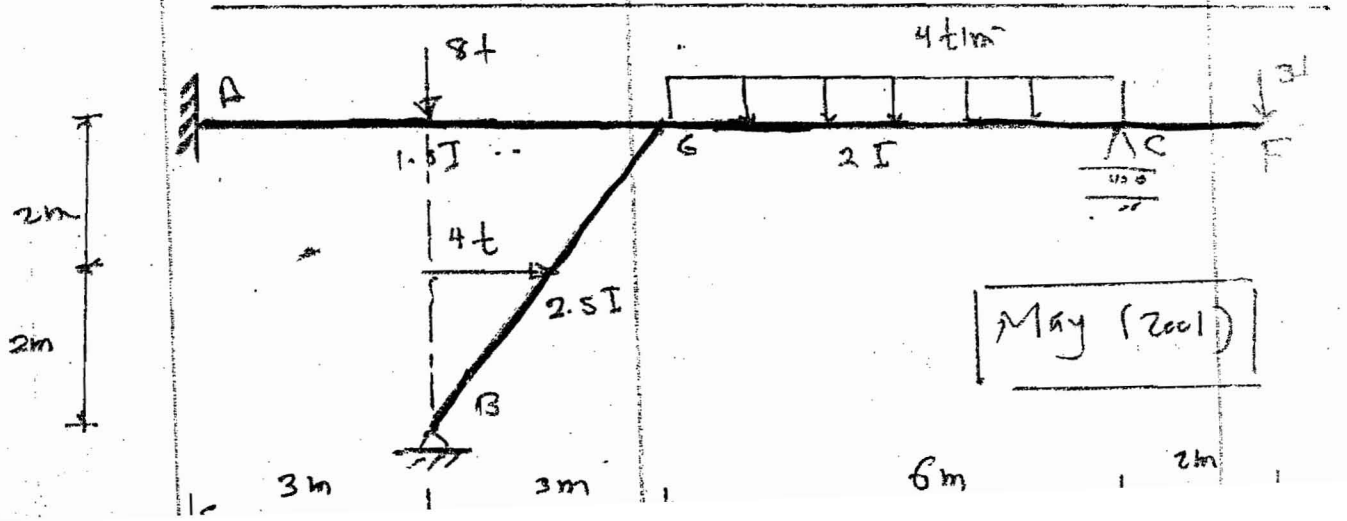
- معنى ذلك ان قيمة الحركة ($\alpha = 0.0$) ونرجع لحساب (F_{11}) و Case(1) ثم

نكتفي بحل Case(1) فقط. ونجعل (P) هي ($\Sigma x = 0.0$) أي D

مسائل الواجب

* ارسم (B.M.D) باستخدام طريقة توازن العزم نتيجة الاحمال الموضحة بالاضافة

الى هبوط المرتكز (B) واعتبر ($EI = 5400\ t.m^2$) ثم (0.5)



May (2001)