Influence lines (I.L)

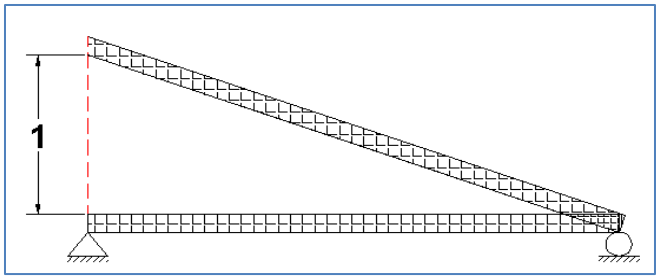
تعريف: هو مخطط يمثل كيفية تغير قيمة دالة معينة مثل (رد الفعل عند مسند معين، عزم الانحناء في مقطع، قوة القص في قطع .... الخ) اثناء حركة وحدة حمل واحدة (unit load) على طول المنشأ.

الهدف او الغاية من رسم I. L

1- لمعرفة المواقع الحرجة للاحمال الحية (Live load) او الاحمال المتحركة (moving load) التي تعطي القيمة العظمى للدالة المعينة.
2- لحساب القيمة العظمى للدالة المعينة عندما تكون الاحمال الحية او المتحركة في مواقعها الحرجة التي تم التعرف عليها.

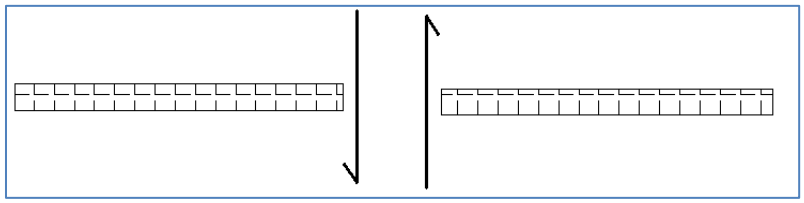
هنالك اسلوب رسم سريع ل (I.L) وذلك بأتباع طريقة الشغل الافتراضي (Virtual work) وكما يلي:

- بما ان رد الفعل عند مسند معين يكون موجبا اذا كان للاعلى لذا نقوم بازاحة هذا المسند للاعلى وحده واحدة لكي نحصل على مخطط I.L لرد الفعل.



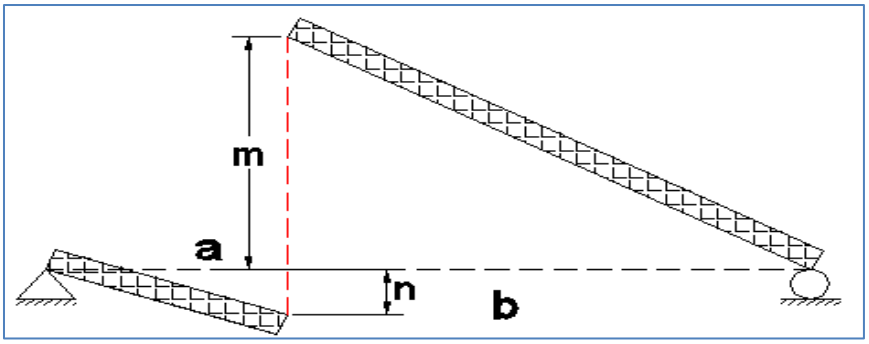
شكل يوضح ازاحة المسند وحدة واحدة

- بما ان قوة القص في مقطع معين تكون موجبة اذا كانت بهذا الشكل ادناه:



شكل يوضح القص الموجب في قطع معين

لذلك نقوم بازاحة المقطع الايسر الى الاسفل والايمن الى الاعلى (بحيث تكون الازاحة الكلية وحدة واحدة) لكي نحصل على رسم مخطط I.L لقوة القص في ذلك القطع.

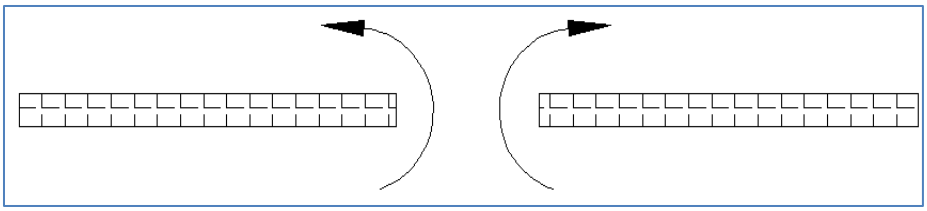


شكل يوضح رسم I.L للقص في قطع معين

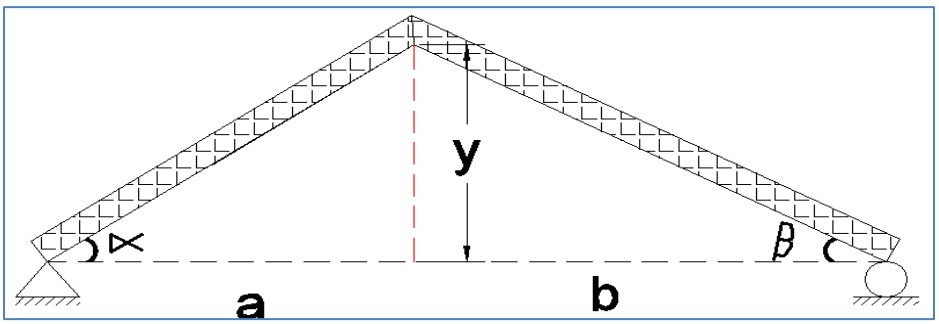
$$m = \frac{b}{a+b}$$

$$n = \frac{a}{a+b}$$

❖ بما ان عزم الانحناء في مقطع معين يكون موجبا اذا كان بالشكل ادناه



لذلك نقوم بتدوير الجزء الايسر عكس عقرب الساعة والجزء الايمن مع عقرب الساعة (بحيث ان زاوية الدوران الكلية تكون وحدة واحدة) لكي نحصل على رسم مخطط I.L لعزم الانحناء في ذلك المقطع.



$$\alpha + \beta = 1$$

Since $(\alpha + \beta)$ *are small angle we can say* $\tan\alpha + \tan\beta = 1$

$\frac{y}{a} + \frac{y}{b} = 1 \Big] * ab$, we get

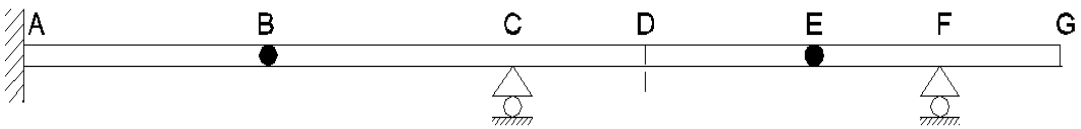
by + ay = ab

y (b + a) = ab

$$y = \frac{ab}{a+b}$$

ملاحظات حول رسم (I.L) للمنشأت المحددة سكونيا (Statically determinate)

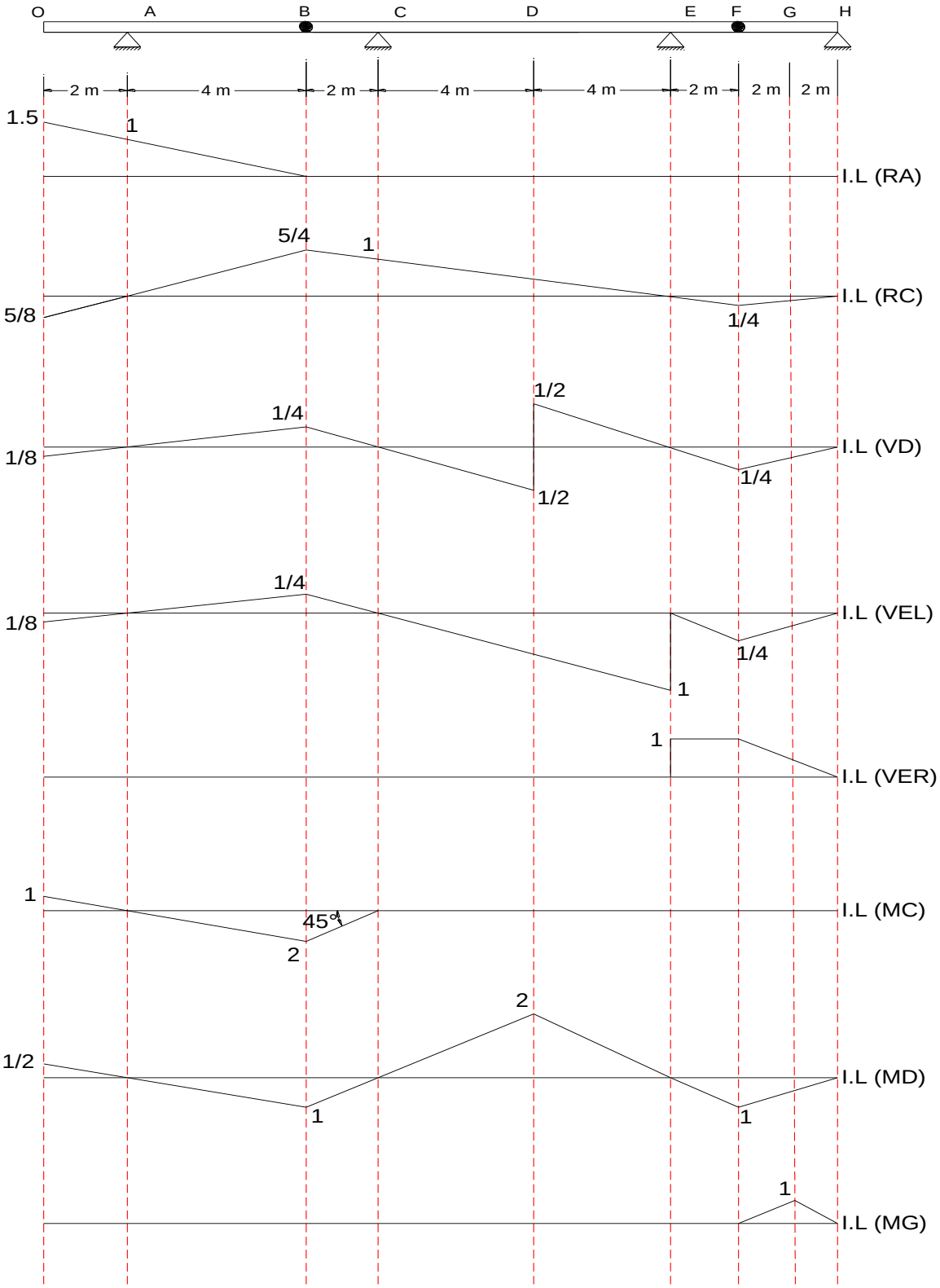
1- يمكن تقسيم مسار ال (unit load) الى قطع، حيث ان القطعة الواحدة هي تلك التي يمكن اخذها ك (F.B.D) اي ان نهاية القطعة تكون اما مسند نهائي او نهاية حرة (free end) او مفصل داخلي (Internal hinge) او قطع (cut).



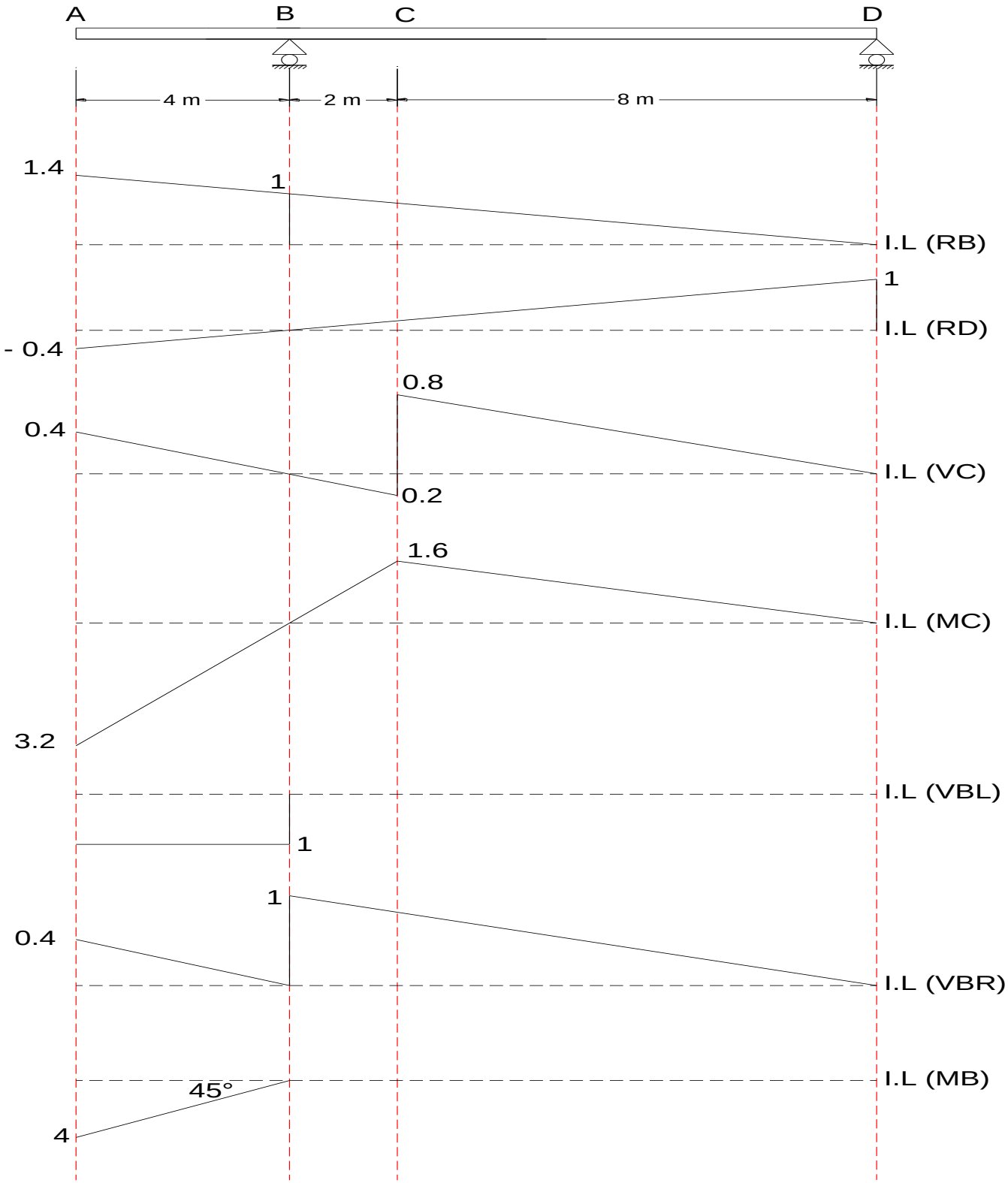
For I.L (RC): Consider 3 segment (AB, BE, EG)
For I.L (VCL): Consider 4 segment (AB, BC, CE, EG)
For I.L (MD): Consider 4 segment (AB, BD, DE, EG)

2- المساند نقاط ثابتة (اي صفر) الا اذا طلب رسم ال (I.L) لرد فعل عند مسند معين عندئذ يرفع ذلك المسند وحدة واحدة مع مراعاة كون المساند البقية ثابتة.
3- اذا تحققت نقطتان للقطعة الواحدة يمكن رسم تلك القطعة، الان (I. L) للمنشأت المحددة سكونيا هو خطوط مستقيمة والمستقيم يرسم من نقطتين.
4- القطعة الواحدة لايمكن ان تكسر او تثنى بل يجب ان تبقى مستقيمة.
5- المفصل الداخلي Internal hinge قابل للحركة اذا سمحت لة القطعة المجاورة بالحركة.
6- نقطتا القص تتفارقان (المسافة بينهما 1) اذا ثبتت النقطة اليمنى فاليسرى تنزل 1 واذا ثبتت النقطة اليسرى فاليمنى تصعد 1.
7- نقطتا العزم لا تتفارقان اما تصعدان سوية او تثنى قطعة واحدة للاسفل في حالة طلب رسم I.L للعزم عند مسند معين فان احد القطعتين تكون في حالة ثبات و القطعة الاخرى تثنى للاسفل بزاوية 45 درجة.
8- القص يمين او يسار مسند معين يجب ان يحقق شرط التوازي.

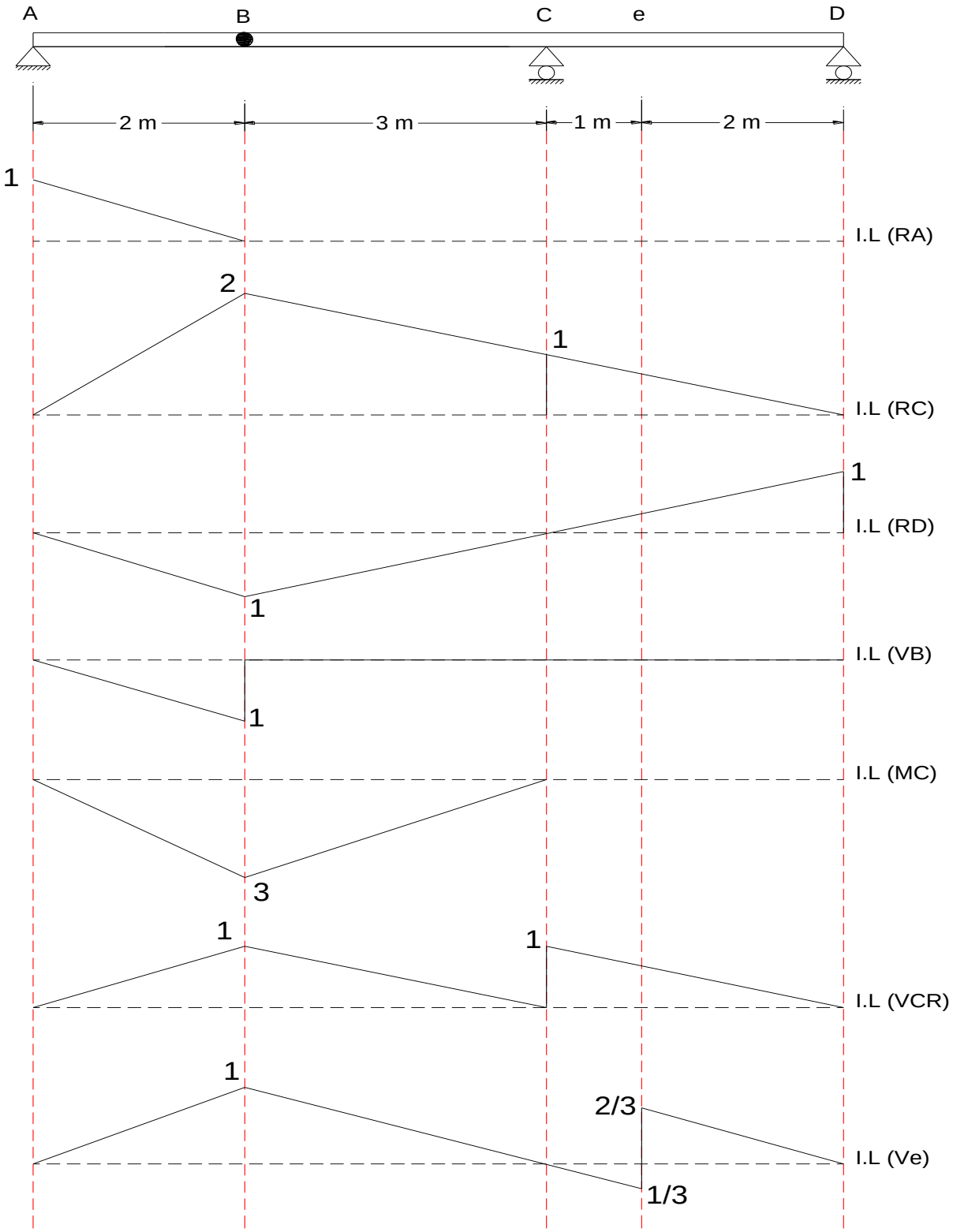
Ex1: Draw influence lines for RA, RC, VD, VEL, VER, MC, MD and MG.



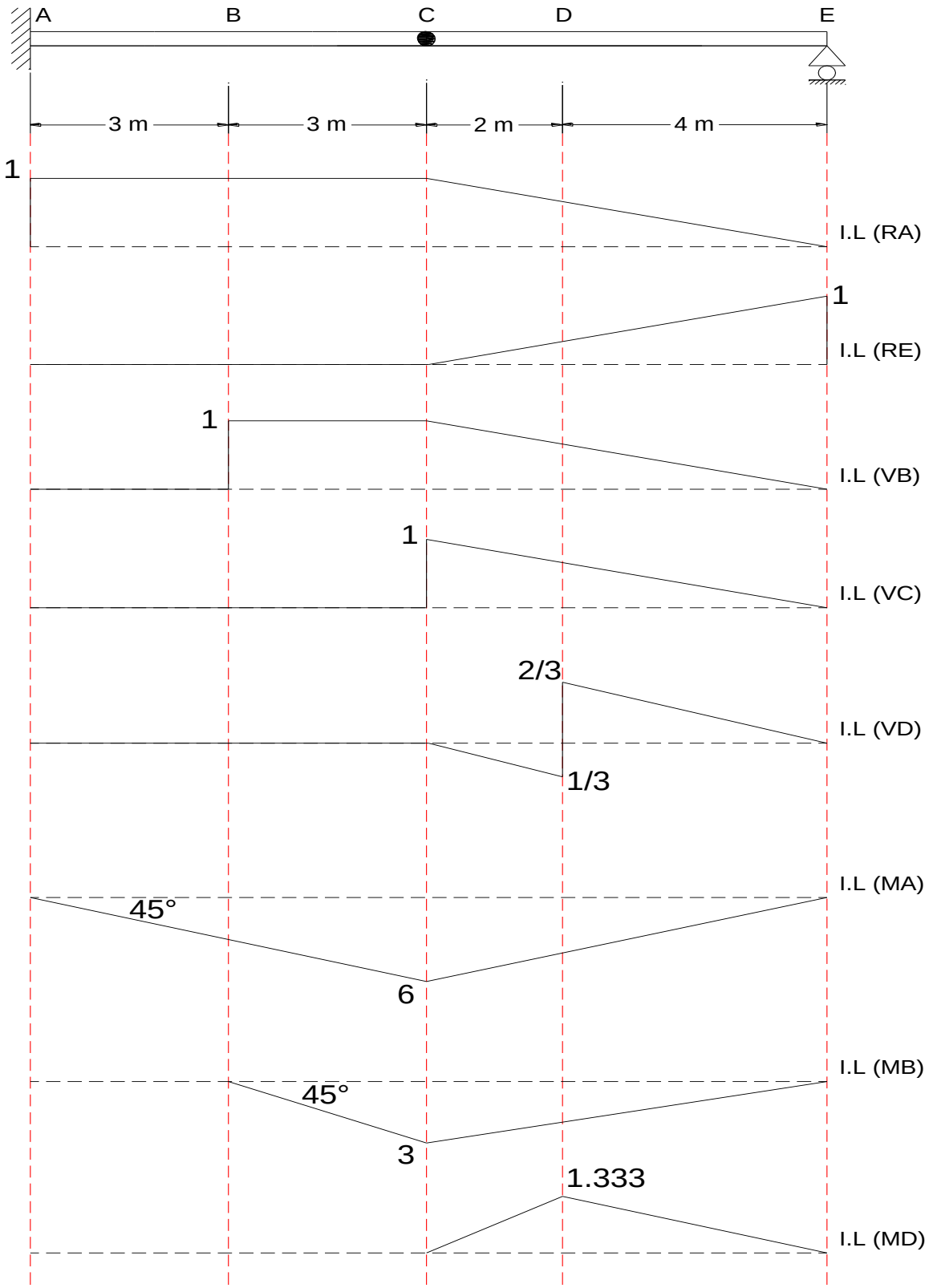
EX2: Draw influence lines for RB, RD, VC, MC, VBL, VBR and MB.



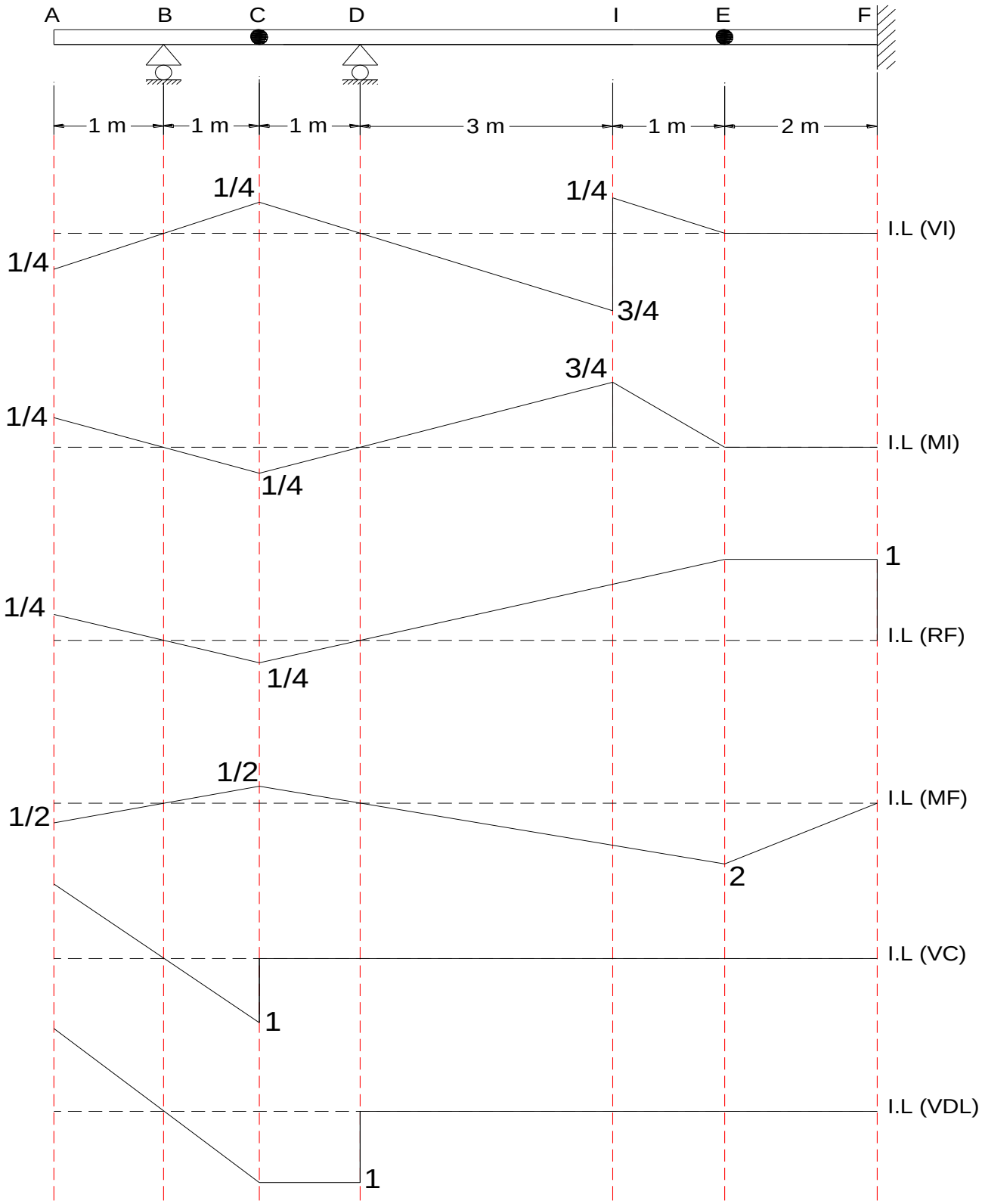
EX3: Draw influence lines for RA, RC, RD, VB, MC, VCR and Ve.



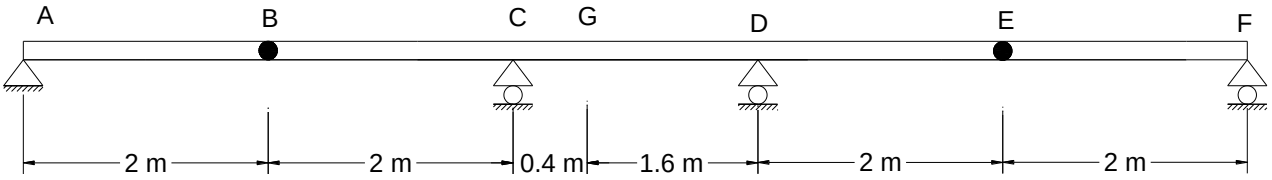
EX4: Draw influence lines for RA, RE, VB, VC, VD, MA, MB and MD.



EX5: Draw influence lines for VI, MI, RF, MF, VC and VDL.



H.W: draw the I.L for RA, RC, RF, RD, MD, VCL, VG and MG.



Maximum value of function (Moving load)

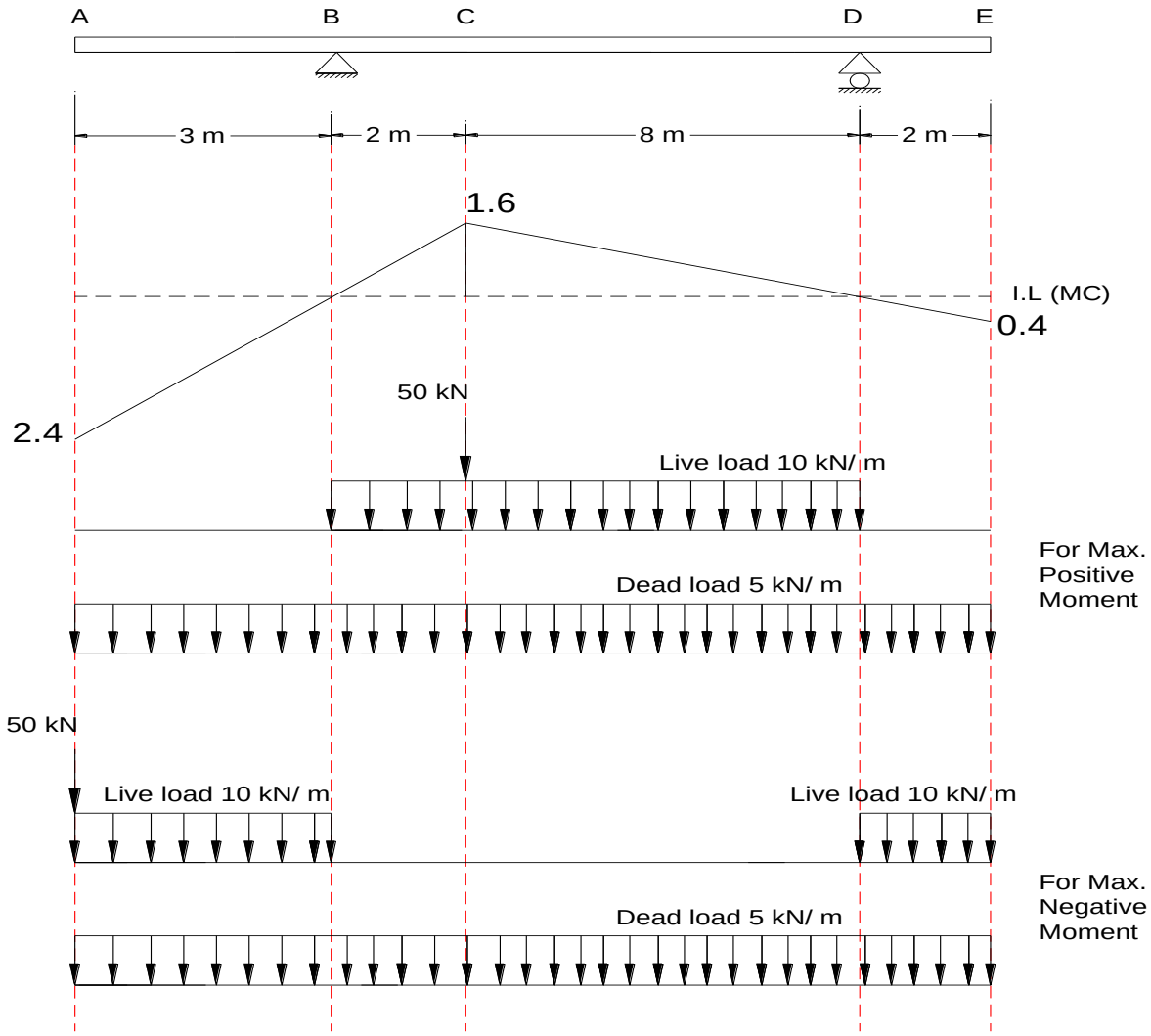
1- for concentrated load P (kN)

F_{max} = p *max. Ordinate of I.L

2- For uniform load W (kN/m)

F_{max} = W * Area of I.L

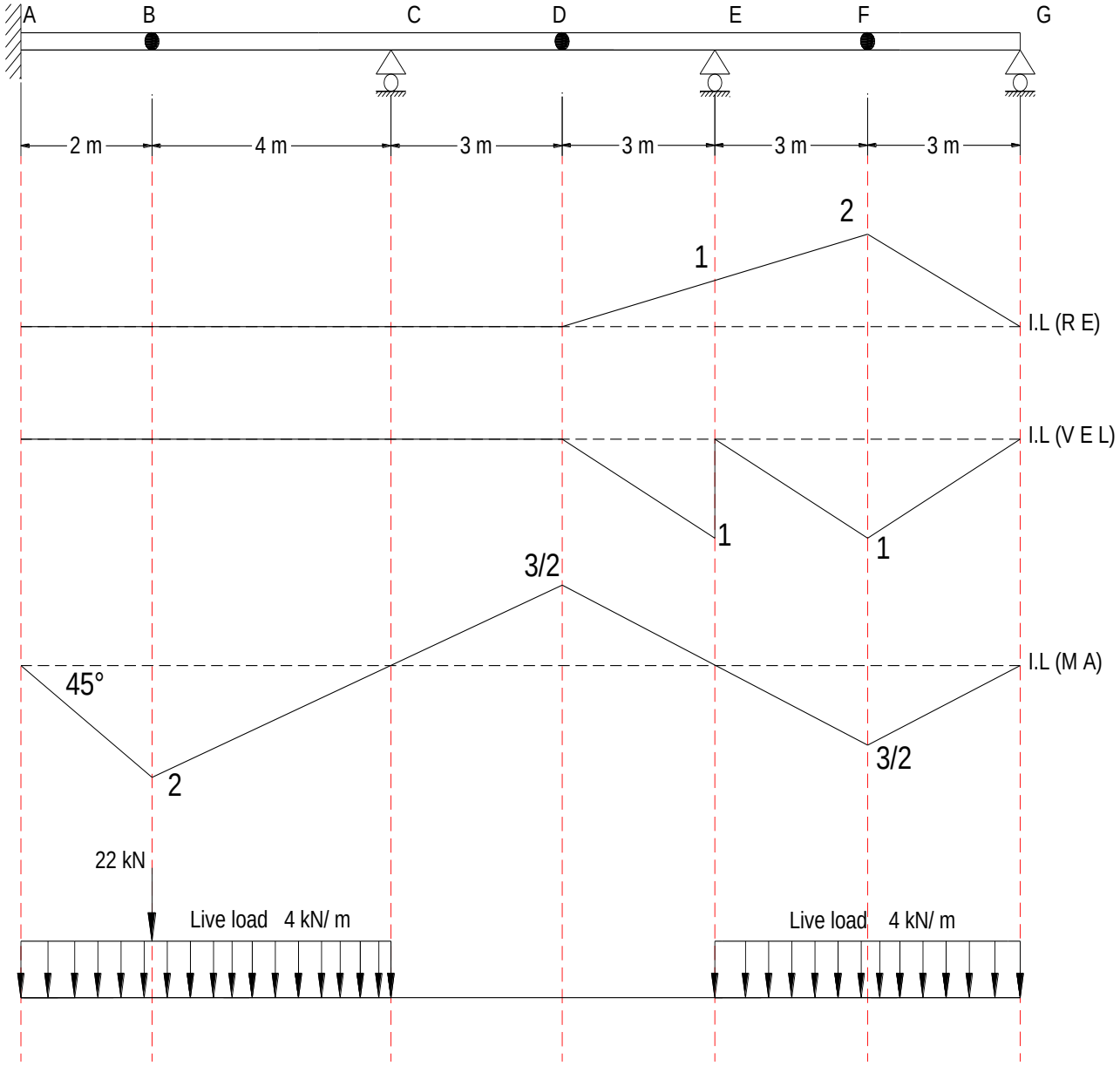
EX1: find max Positive and max Negative bending moment at (c) due to a moving concentrated load 50 kN, a uniform live load 10 kN/m, a uniform dead load 5 kN/m.



$$\text{MC max. (positive)} = (50 * 1.6) + 10 * \left(\frac{1.6*10}{2}\right) + 5 * \left(\frac{1.6*10}{2} - \frac{2.4*3}{2} - \frac{0.4*2}{2}\right) = 180 \text{ kN. m}$$

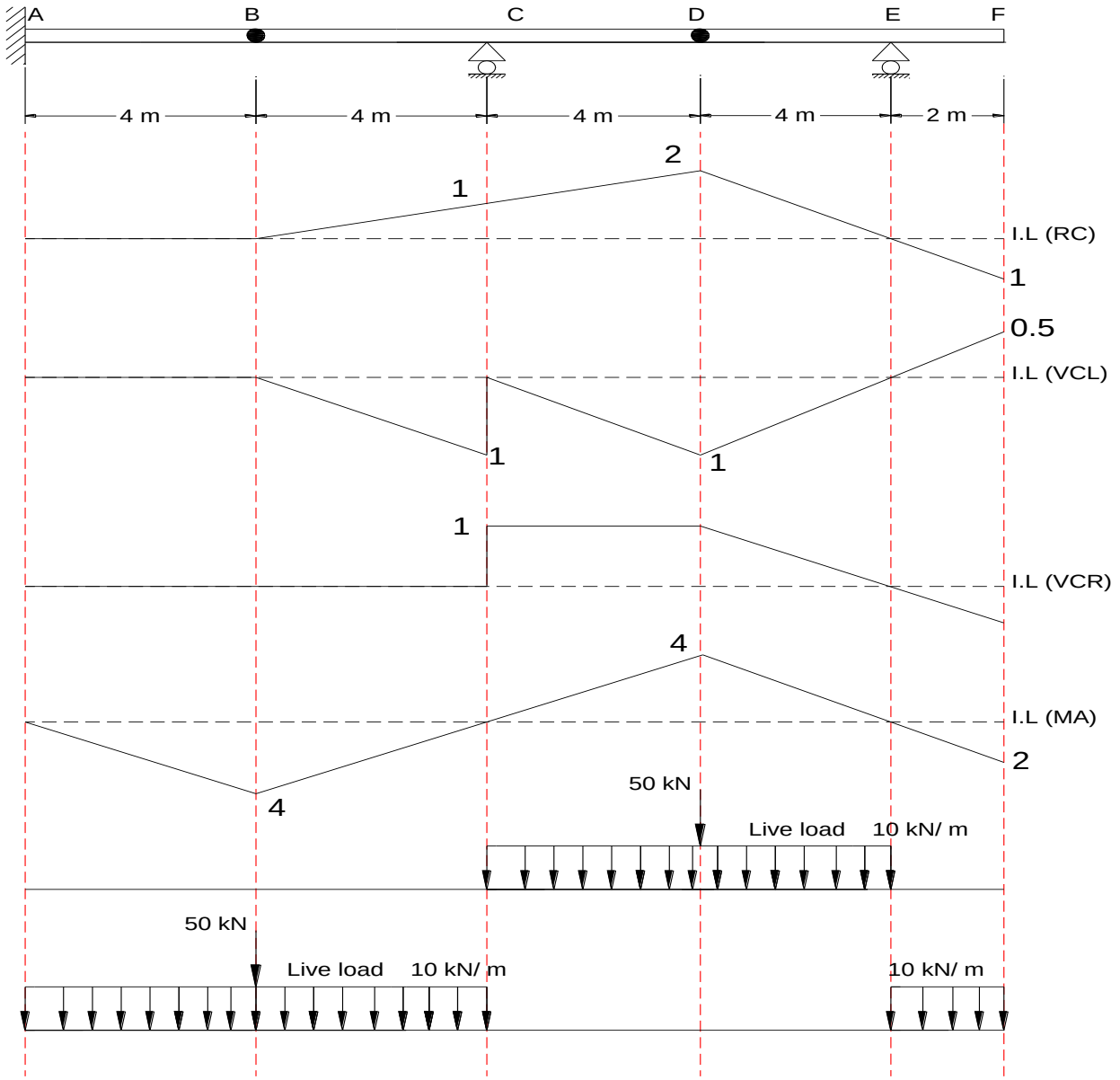
$$\text{MC max. (Negative)} = (50 * -2.4) + 10 * \left(-\frac{2.4*3}{2} - \frac{0.4*2}{2}\right) + 5 * \left(\frac{1.6*10}{2} - \frac{2.4*3}{2} - \frac{0.4*2}{2}\right) = -140 \text{ kN. m}$$

EX2: Draw the I.L for (RE, VEL and MA) then find max Negative bending moment at (A) due to a moving concentrated load 22 kN, a uniform live load 4 kN/m.



$$\text{MA max(Negative)} = (22 * -2) + 4 * \left(-\frac{2 * 6}{2} - \frac{1.5 * 6}{2}\right) = -86\ \text{kN.m}$$

EX3: Draw the I.L for (RC, VCL, VCR and MA) then find max positive and mx Negative bending moment at (A) due to a moving concentrated load 50 kN, a uniform live load 10 kN/m.



$$\text{MA max(positive)} = (50 * 4) + 10 * \left(\frac{4*8}{2}\right) = 360\ kN.m$$

$$\text{MA max(Negative)} = (50 * -4) + 10 * \left(-\frac{4*8}{2} - \frac{2*2}{2}\right)$$

$$= -700\ kN.m$$

H.W1: for the same example 3 draw the I.L for (RA, RE and MC) then find max positive and mx Negative bending moment at (C) due to a moving concentrated load 60 kN, a uniform live load 5 kN/m.