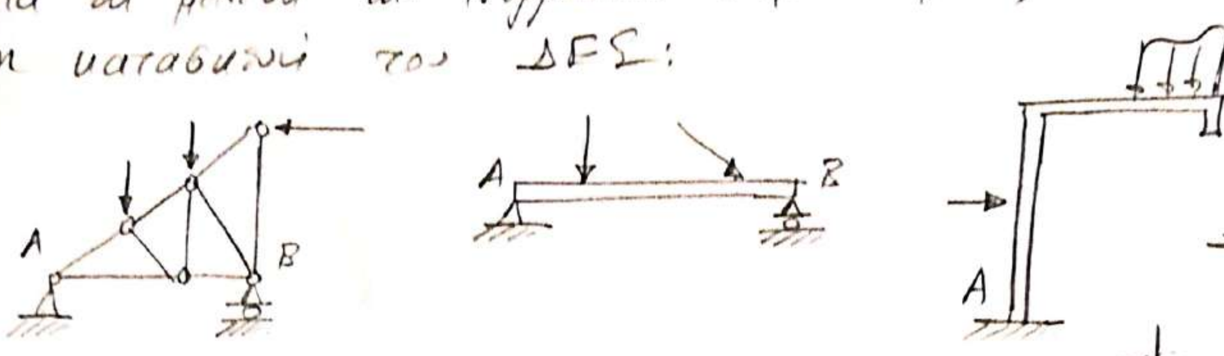
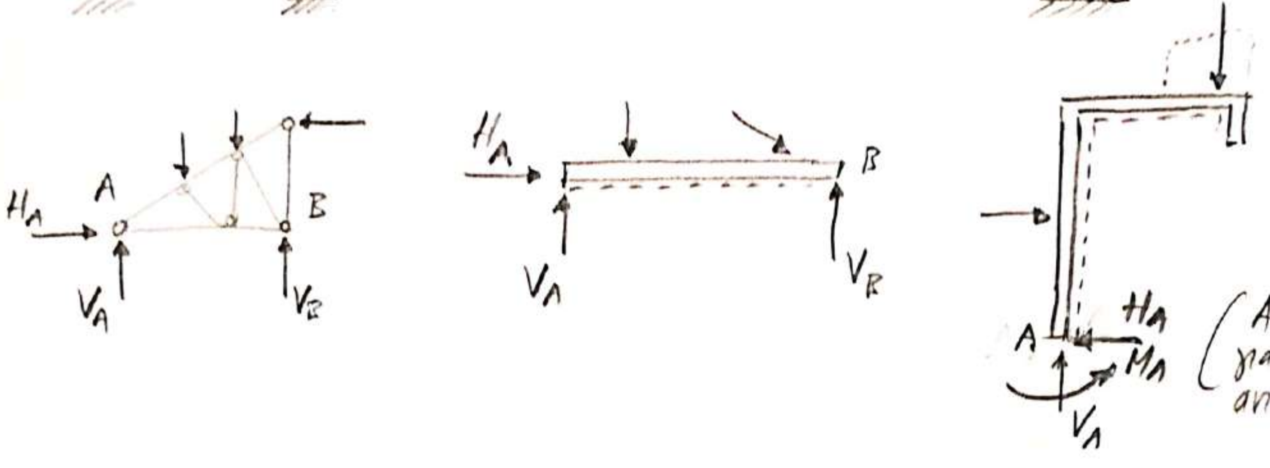
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ (ΔΕΣ)

Για τη μελέτη της ισορροπίας στερεού σώματος, απαιτείται η κατασκευή του ΔΕΣ:



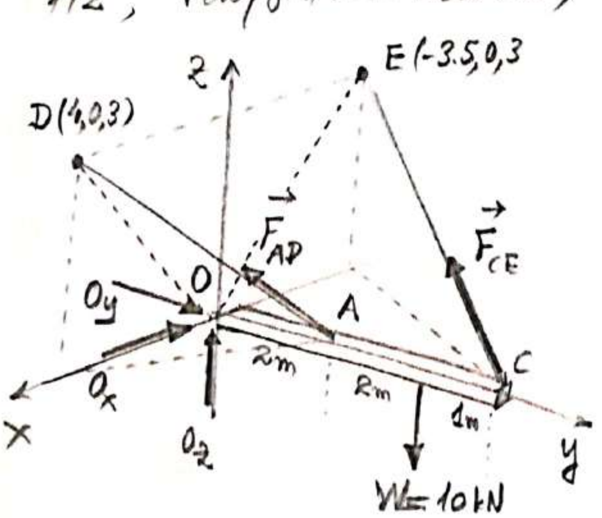
ΠΛΗΡΕΙΣ ΦΟΡΕΙΣ

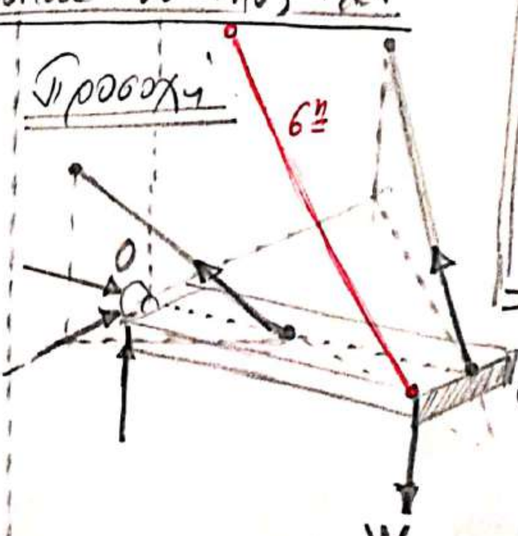


Δ.Ε.Σ.

(Από αίσθηση για αποφυγή απίθανων αρνητικών)

ΕΦΑΡΜΟΓΗ: ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ (Παράδειγμα 5, σελ. 112, Γεωργιάδης–Ζήσης). Ζητούνται οι F_{AD}, F_{CE}.





Αφού ισορροπία, ισορροπία και ως προς τις OE και OD, δηλ. $M_{OE}=M_{OD}=0$. Από εκεί F_{AD}, F_{CE}

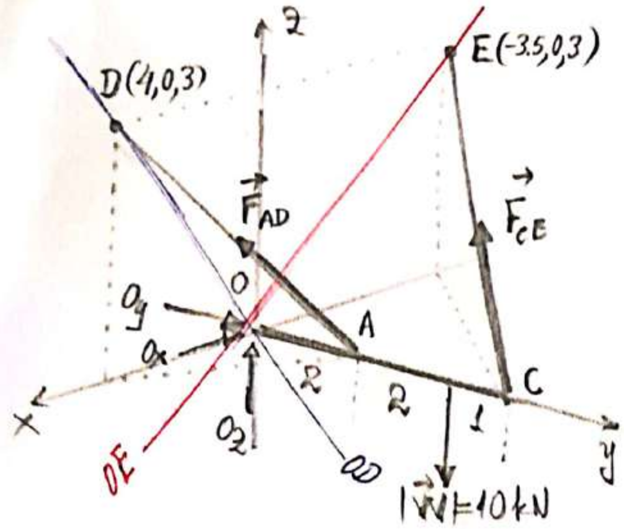
Σπουδαίο!

Στερεός φορέας/δοκός στο χώρο, κανονικά 6 δεσμικές ράβδοι που δεν τέμνονται από μία ευθεία στον χώρο.

Εδώ 5, γιατί όχι w_y. Και τέμνονται όλες από την OC-ευθεία, αλλά πάλι λόγω φορτίσεως όχι πιθανή w_y.

Άρα καθολική ισορροπία. (Οι εφαρμοζόμενες δυνάμεις περνούν όλες από OC-ευθεία άρα ταυτοτικά ικανοποιείται η $\Sigma M_y=0$).

Αν όμως είχαμε και τέτοιο, τότε λόγω προφανούς στροφής περί OC-ευθείας, θα χρειαζόταν και η 6η δεσμική ράβδος – καλώδιο, που καταφανώς δεν τέμνεται από την OC-ευθεία, για την καθολική ισορροπία του φορέα.



Δεδομένης της ισορροπίας των δυνάμεων, οι ροπές τους ως προς οποιοδήποτε σημείο ή άξονα, πρέπει να είναι μηδέν.

α) Ως προς άξονα OE, ροπές προκαλούν μόνο η $\vec{W}$ και η $\vec{F}_{AD}$:

$$\vec{W} = -10\vec{k}\,, \quad \vec{F}_{AD} = F_{AD}\,\vec{e}_{AD}\,, \quad \vec{e}_{AD} = \frac{\vec{AD}}{|\vec{AD}|} = 0.74\vec{i} - 0.37\vec{j} + 0.557\vec{k}$$

$$\vec{AD} = 4\vec{i} - 2\vec{j} + 3\vec{k}\,, \quad |\vec{AD}| = \sqrt{4^2+2^2+3^2} = 5.385$$

$$\vec{F}_{AD} = F_{AD}\,(0.74\vec{i} - 0.37\vec{j} + 0.557\vec{k})$$

$$\vec{M}_0^{F_{AD},W} \underset{\text{αγνοείται η } \vec{F}_{CE}}{=} 2\vec{j} \times F_{AD}\,(0.74\vec{i} - 0.37\vec{j} + 0.557\vec{k}) + 4\vec{j} \times (-10\vec{k}) =$$

$$= F_{AD}\,(1.114\vec{i} - 1.48\vec{k}) - 40\vec{i} = (1.114F_{AD} - 40)\vec{i} - 1.48\,F_{AD}\vec{k}$$

$$\vec{e}_{OE} = \frac{\vec{OE}}{|\vec{OE}|}\,, \quad \vec{OE} = -3.5\vec{i} + 3\vec{k}\,, \quad |\vec{OE}| = \sqrt{3.5^2+3^2} = 4.61$$

$$\vec{e}_{OE} = -0.76\vec{i} + 0.65\vec{k}$$

$$M_{OE} = \vec{M}_0^{F_{AD},W} \cdot \vec{e}_{OE} = (1.114F_{AD} - 40)\cdot(-0.76) - 1.48\cdot 0.65F_{AD} =$$

$$= -1.81\,F_{AD} + 30.4 \underset{\text{ισορροπία φορέα}}{=} \emptyset \Rightarrow \boxed{F_{AD} = 16.79\ kN}$$

β) Ως προς άξονα OD, ροπές προκαλούν μόνο η $\vec{W}$ και η $\vec{F}_{CE}$:

$$\vec{F}_{CE} = F_{CE}\,\vec{e}_{CE}\,, \quad \vec{e}_{CE} = \frac{\vec{CE}}{|\vec{CE}|}\,, \quad \vec{CE} = -3.5\vec{i} + 5\vec{j} + 3\vec{k}\,, \quad |\vec{CE}| = 6.8$$

$$\vec{e}_{CE} = -0.515\vec{i} + 0.735\vec{j} + 0.441\vec{k}\,, \quad \vec{F}_{CE} = F_{CE}\,(-0.515\vec{i} + 0.735\vec{j} + 0.44\vec{k})$$

$$\vec{M}_0^{F_{CE},W} \underset{\text{αγνοείται η } \vec{F}_{AD}}{=} 5\vec{j} \times F_{CE}\,(-0.515\vec{i} + 0.735\vec{j} + 0.44\vec{k}) + 4\vec{j} \times (-10\vec{k}) =$$

$$= F_{CE}\,(2.2\vec{i} + 2.575\vec{k}) - 40\vec{i} = (2.2F_{CE} - 40)\vec{i} + 2.575\,F_{CE}\vec{k}$$

$$\vec{e}_{OD} = \frac{\vec{OD}}{|\vec{OD}|} = \frac{4\vec{i} + 3\vec{k}}{\sqrt{25}} = 0.8\vec{i} + 0.6\vec{k}$$

$$M_{OD} = \vec{M}_0^{F_{CE},W} \cdot \vec{e}_{OD} = (2.2F_{CE} - 40)\,0.8 + 2.575\cdot 0.6\,F_{CE} = 3.31F_{CE} - 32 \underset{\text{Ισορροπία φορέα}}{=} \emptyset$$

$$\Rightarrow \boxed{F_{CE} = 9.67\ kN}$$