

Statica (WB/MT) college 8

2D-3D vakwerken, trusses, Ch.6a

Guido Janssen

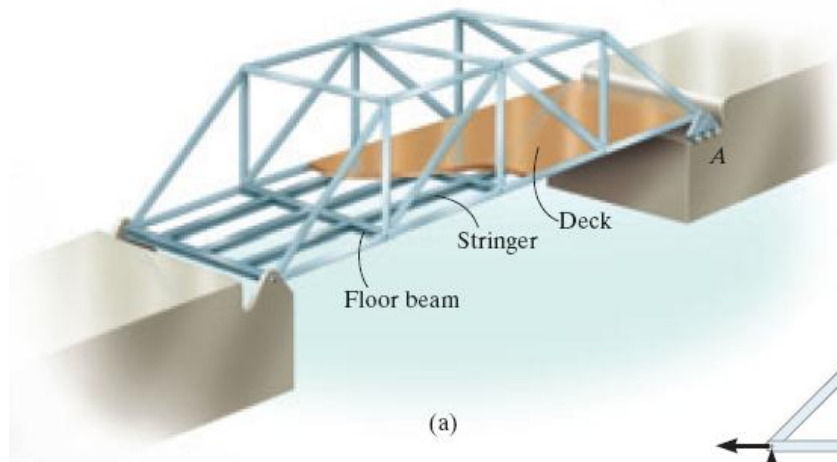
G.c.a.m.janssen@tudelft.nl

Vakwerk-1

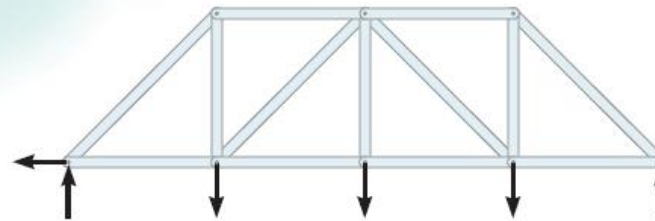
Een vakwerk bestaat uit slanke staven (slender members), die **alleen** aan hun uiteinden verbonden zijn in zg. knooppunten (joints).

De staven zijn vaak vervaardigd uit hout of staal.

Vaak liggen de delen in één vlak, denk aan daken en spoorbruggen.



Bereken de krachten in de staven en de reactiekrachten op de constructie.



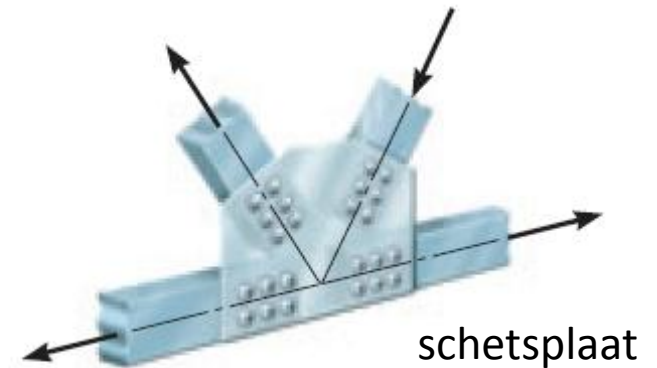
Bridge truss

(b)

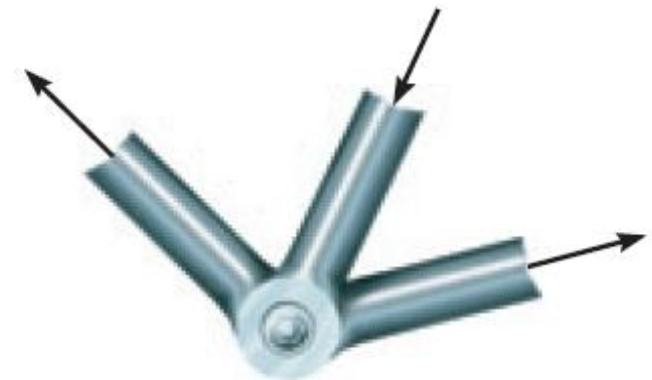
Vakwerk-2

Nodige aannames voor vakwerk analyse:

- 1: Alle belastingen worden in de knooppunten aangebracht.
- 2: De staven zijn scharnierend verbonden (pin joined). **geen momenten**

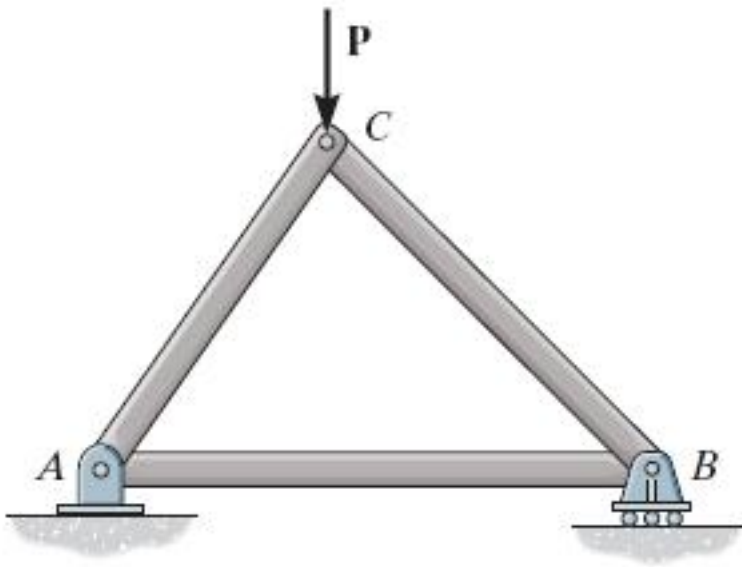


(a)



(b)

Eenvoudigste vakwerk



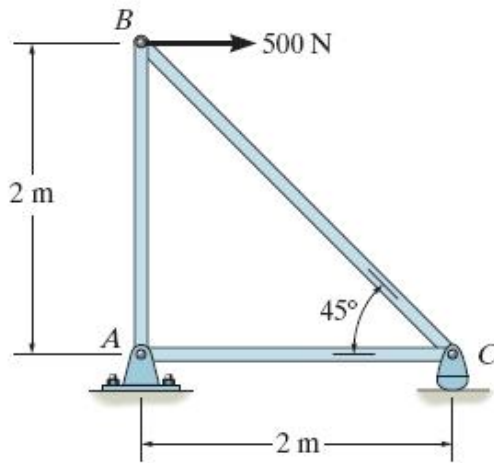
Twee manieren voor analyse :

Knooppunten-methode (method of joints).
Snedemethode (method of sections).

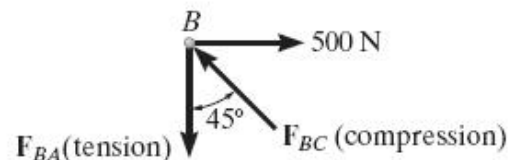
Knooppunten-methode - 1

Teken de FBD's van de pennen in de scharnierende knooppunten.
Stel voor elke pen krachterevenwicht op.

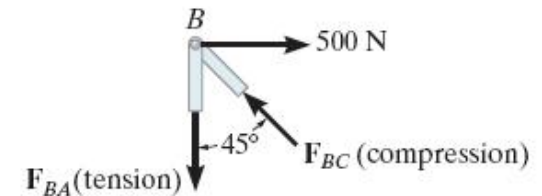
Je kunt ook eerst het FBD van de hele constructie gebruiken om de reactiekrachten uit te rekenen. $F_{BC} = ?$, $F_{AB} = ?$



(a)



(b)

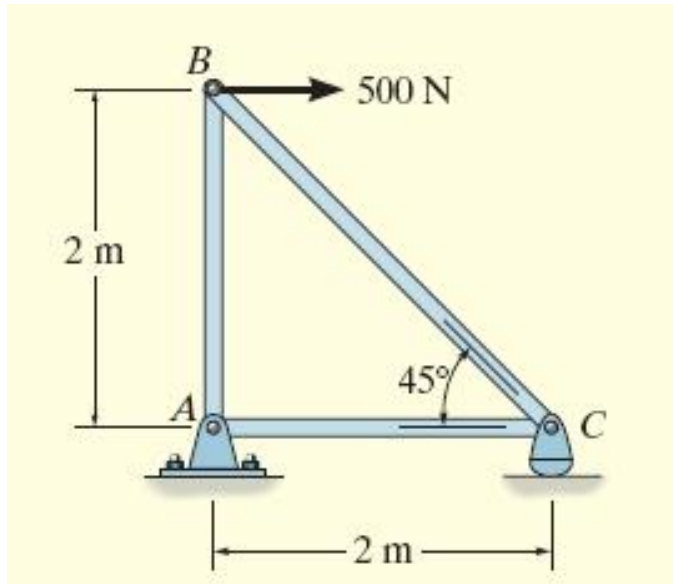


(c)

$$F_{BC} = 500\sqrt{2} \text{ N} = 707.1 \text{ N (C)}$$

$$F_{AB} = 500\sqrt{2}/\sqrt{2} \text{ N} = 500 \text{ N (T)}$$

Knooppunten-methode - 2

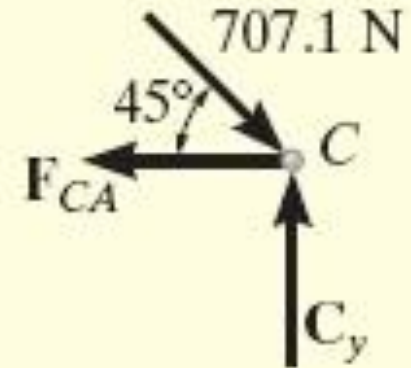


$$F_{CA} = 500 \text{ N (T)}$$

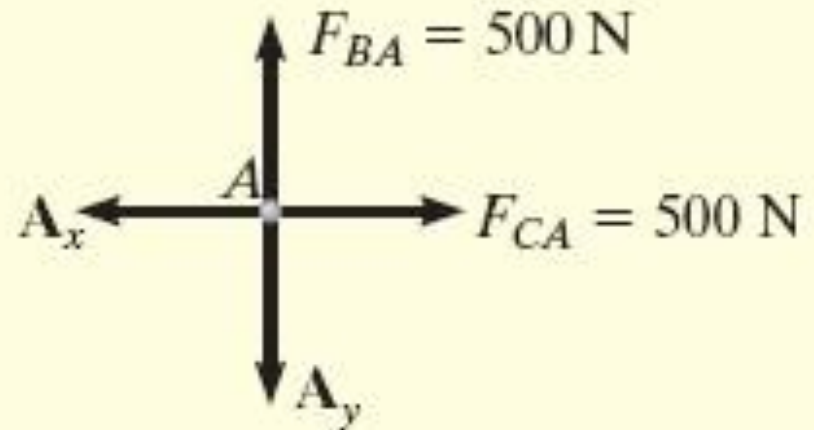
$$C_y = 500 \text{ N}$$

$$A_x = 500 \text{ N}$$

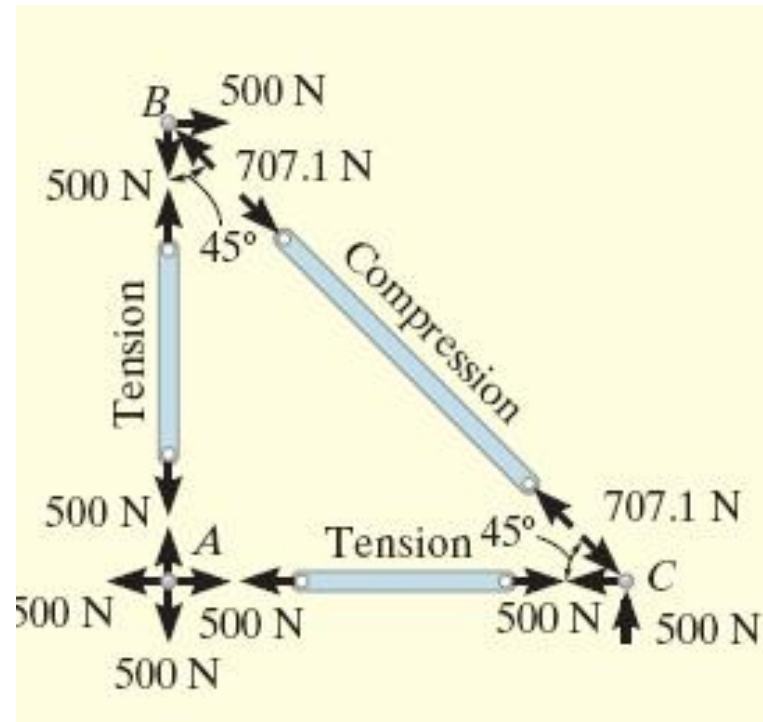
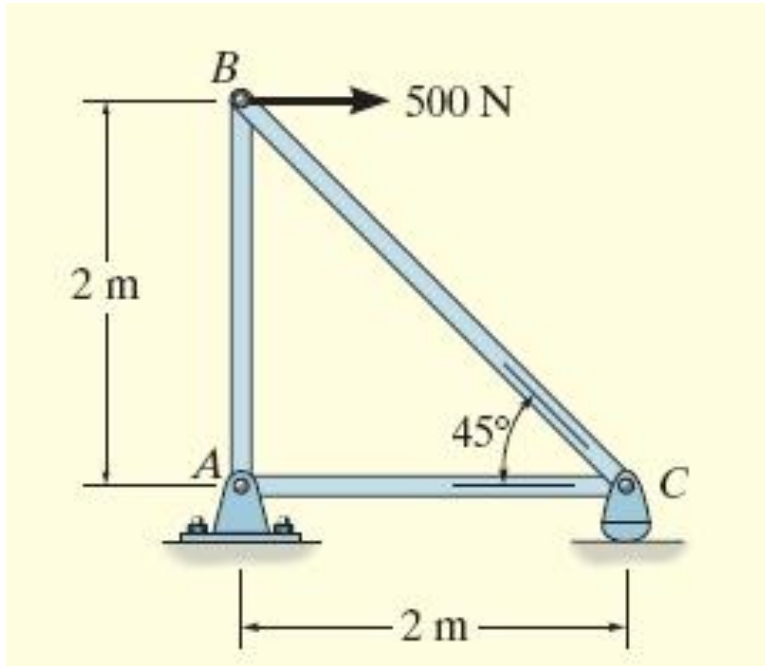
$$A_y = 500 \text{ N}$$



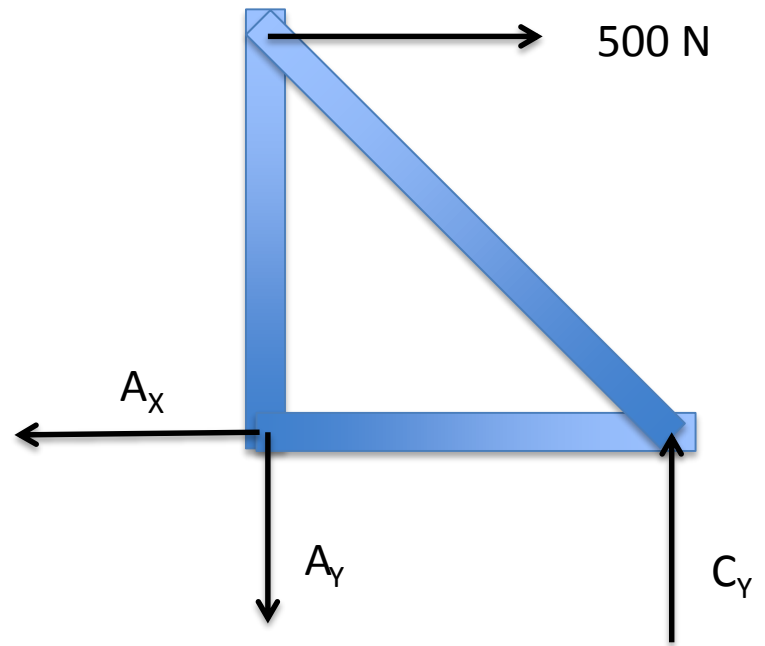
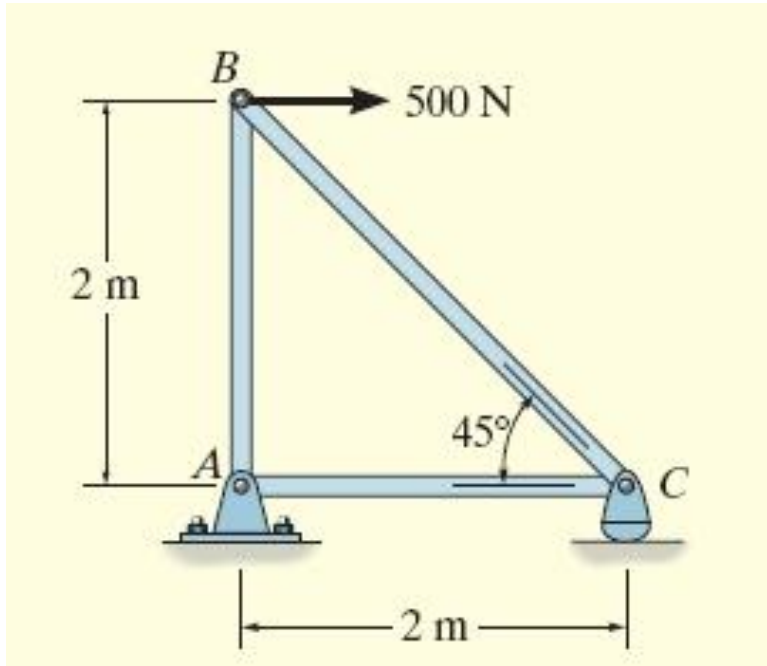
(c)



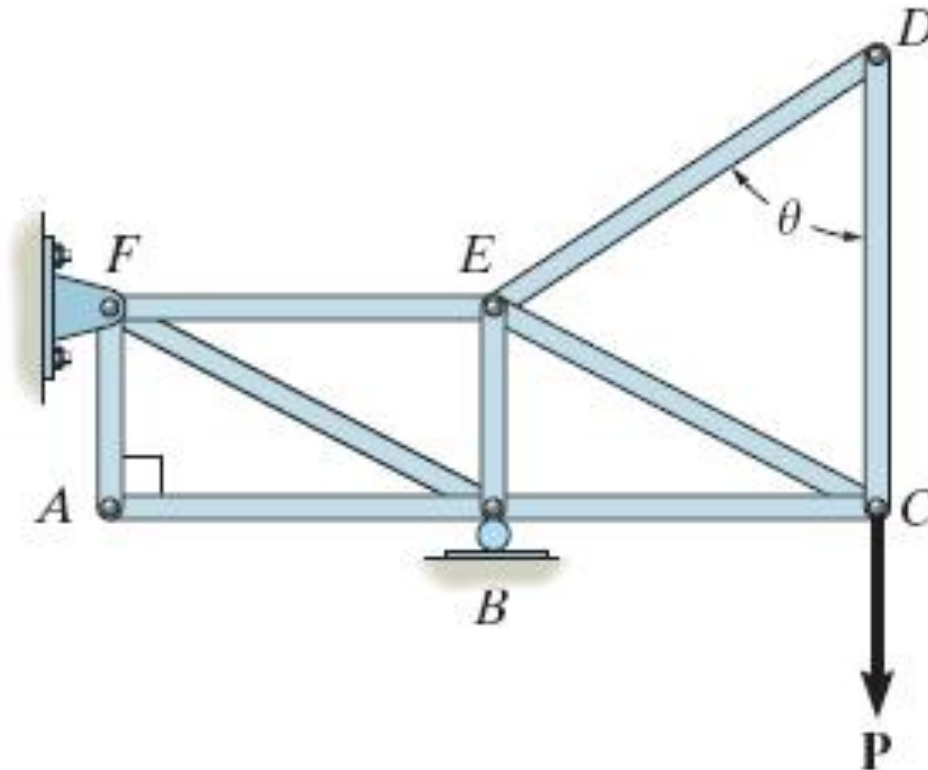
Knooppunten-methode - 3



Alternatief: begin met het FBD van het geheel

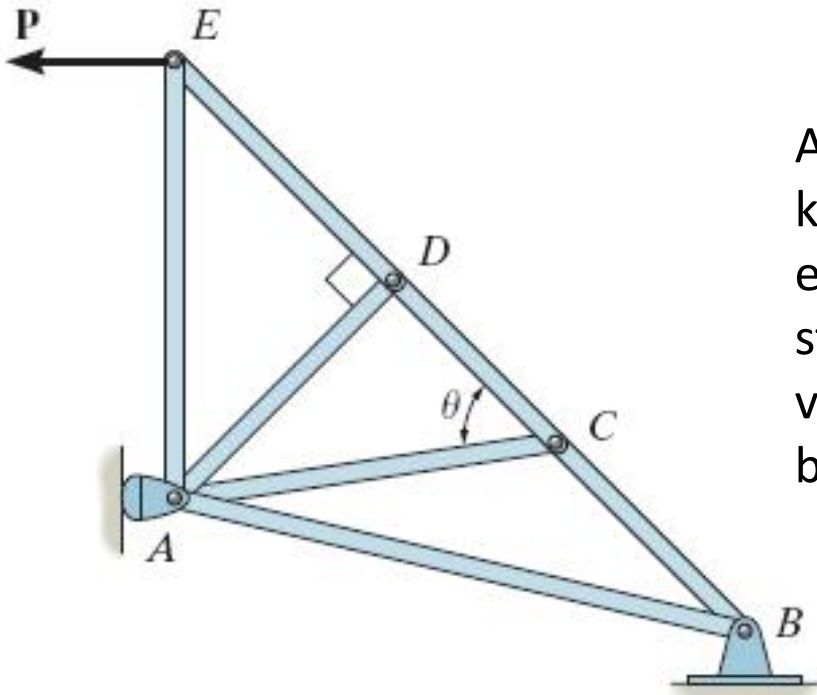


Zero force members - 1



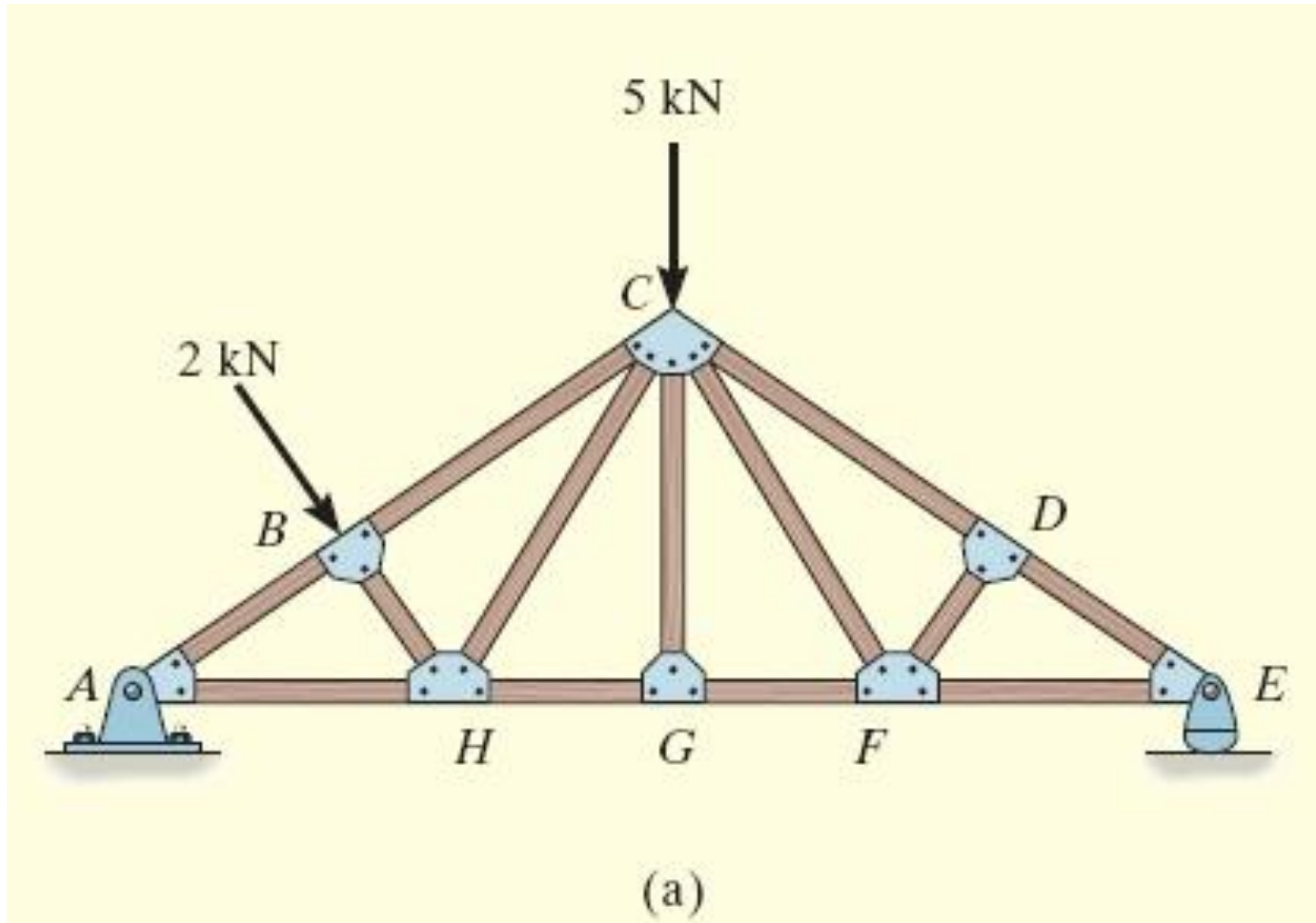
Als een knooppunt slechts twee staven verbindt, die niet in elkaars verlengde liggen en er geen belasting of steunpuntsreactie op het knooppunt werkt, dan zijn de staven “zero force members”.

Zero force members - 2



Als drie staven in een vakwerk een knoop vormen, en twee van de staven in elkaars verlengde liggen, is de derde staaf een “zero force member”, vooropgesteld dat er in de knoop geen belasting of steunpuntsreactie optreedt.

Example 6.4

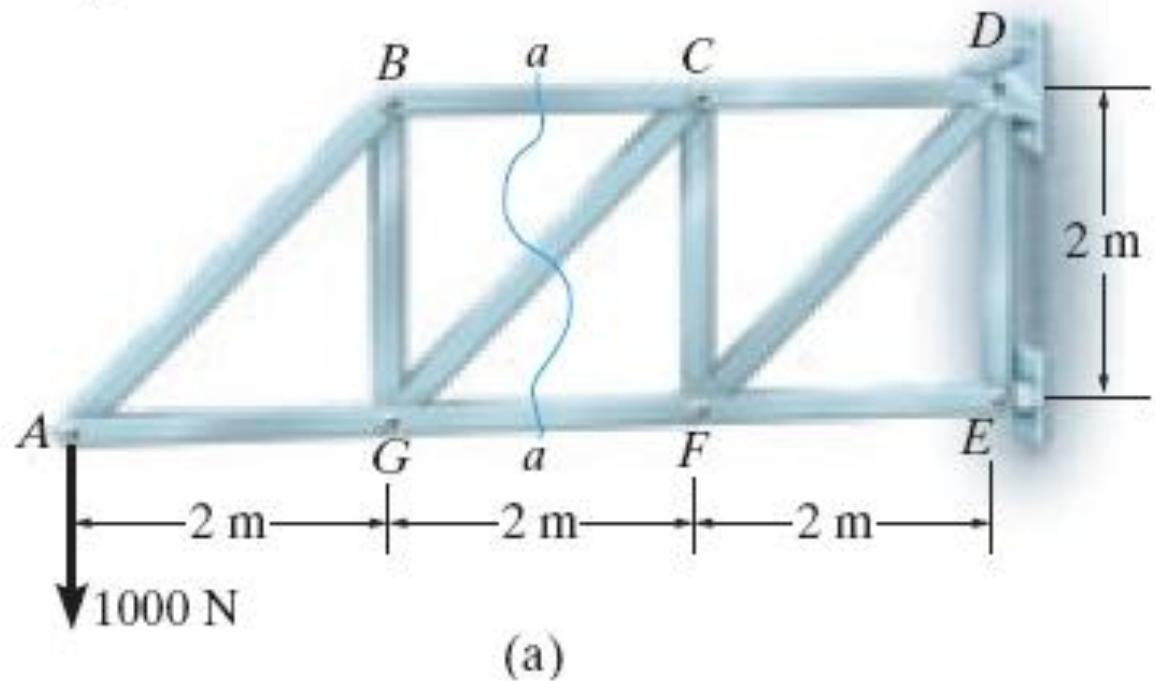
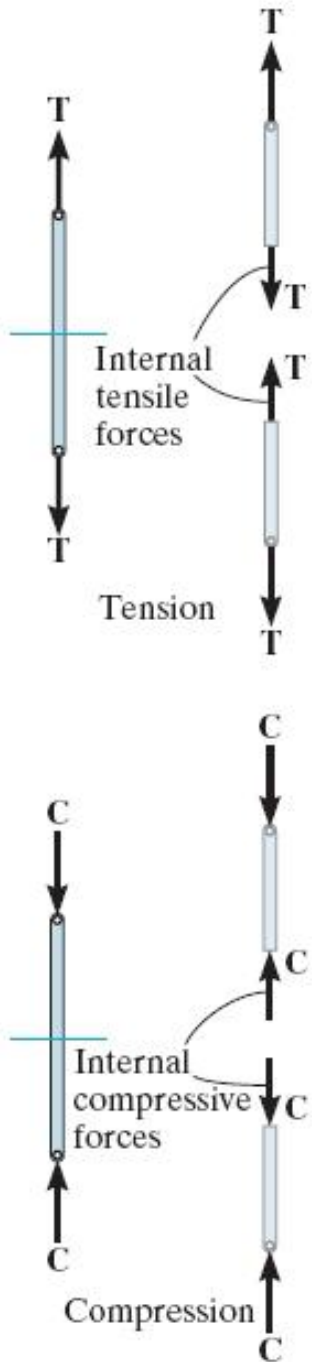


Identificer de “zero force members”

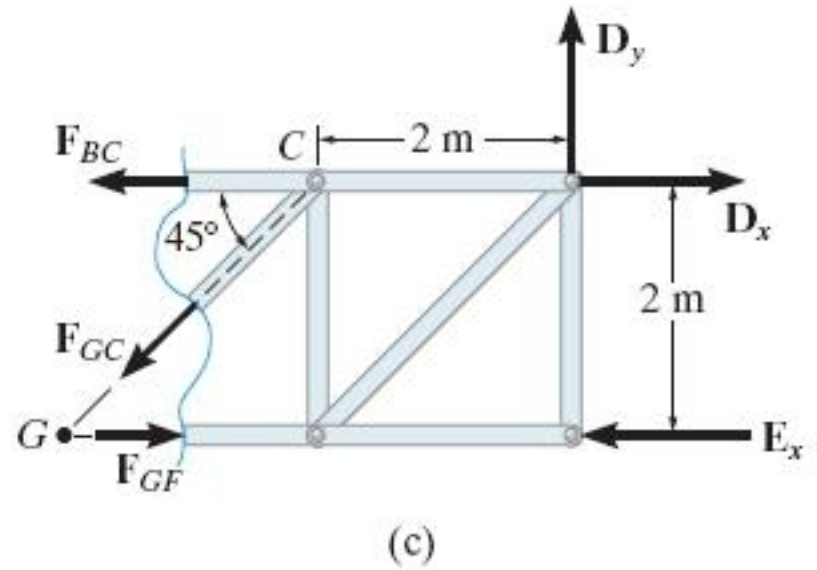
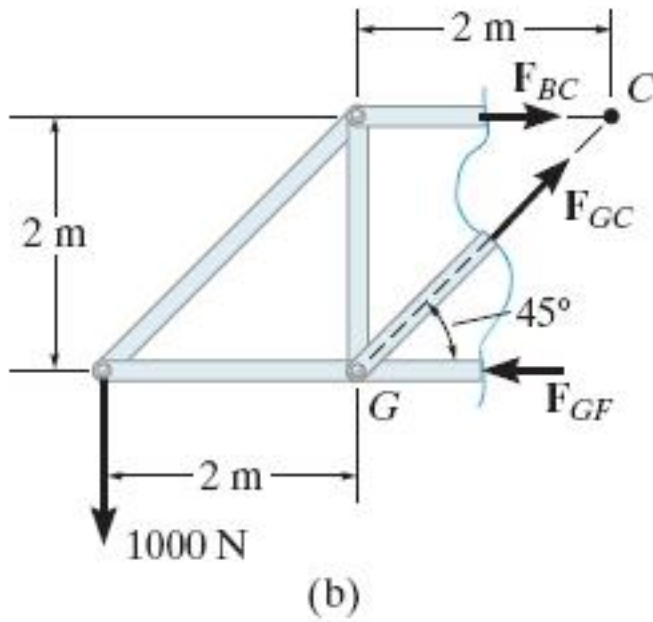
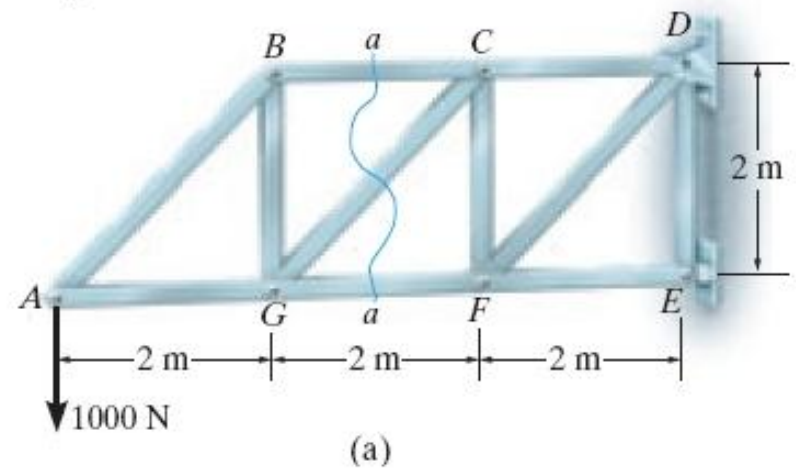
CG, DF, CF

Snedemethode - 1 (method of sections)

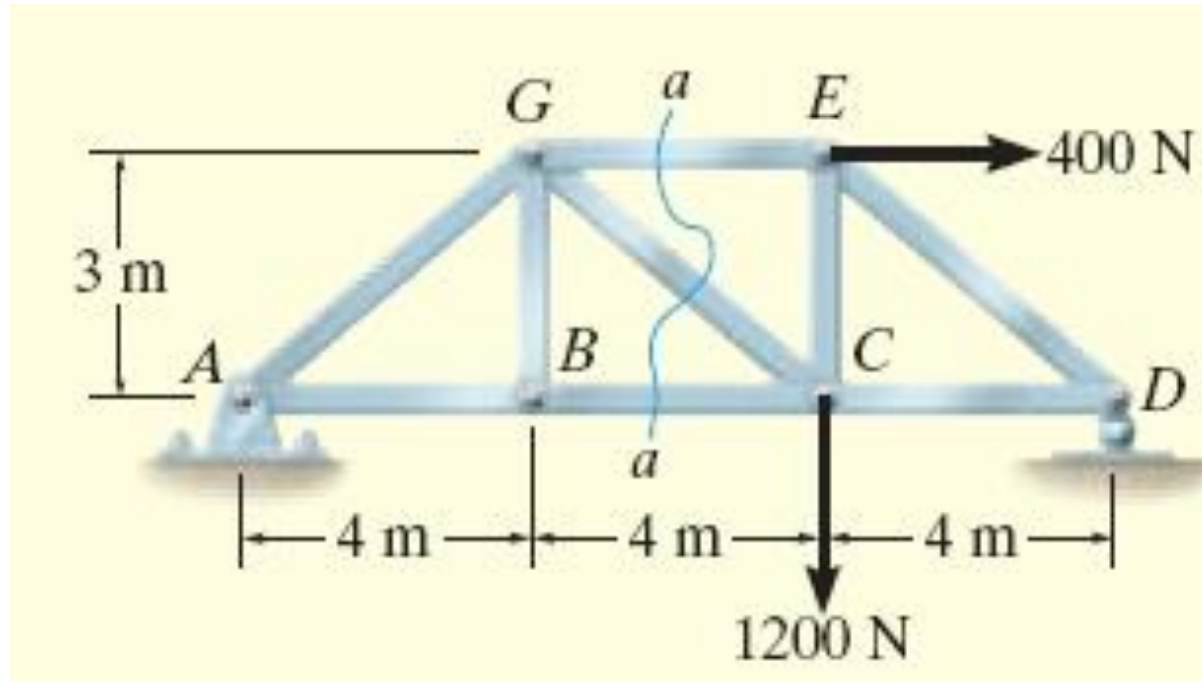
Alternatief voor de knooppunten-methode kunnen we de snedemethode gebruiken om de krachten in een vakwerk te analyseren.



Snedemethode - 2



Example 6.5 - 1

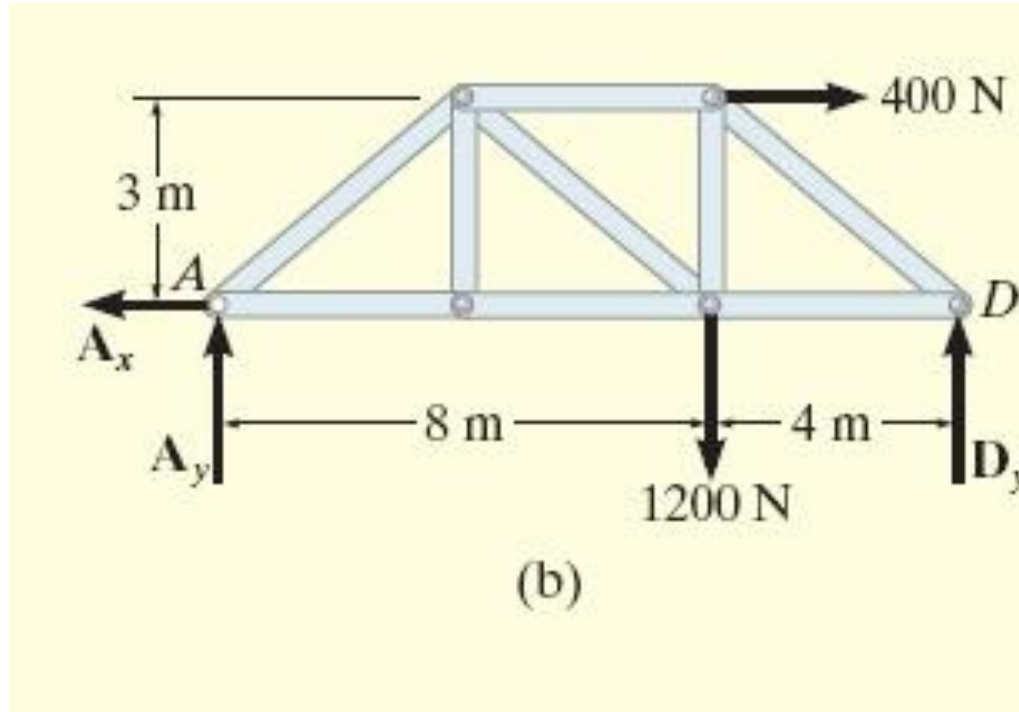


Example 6.5 - 2

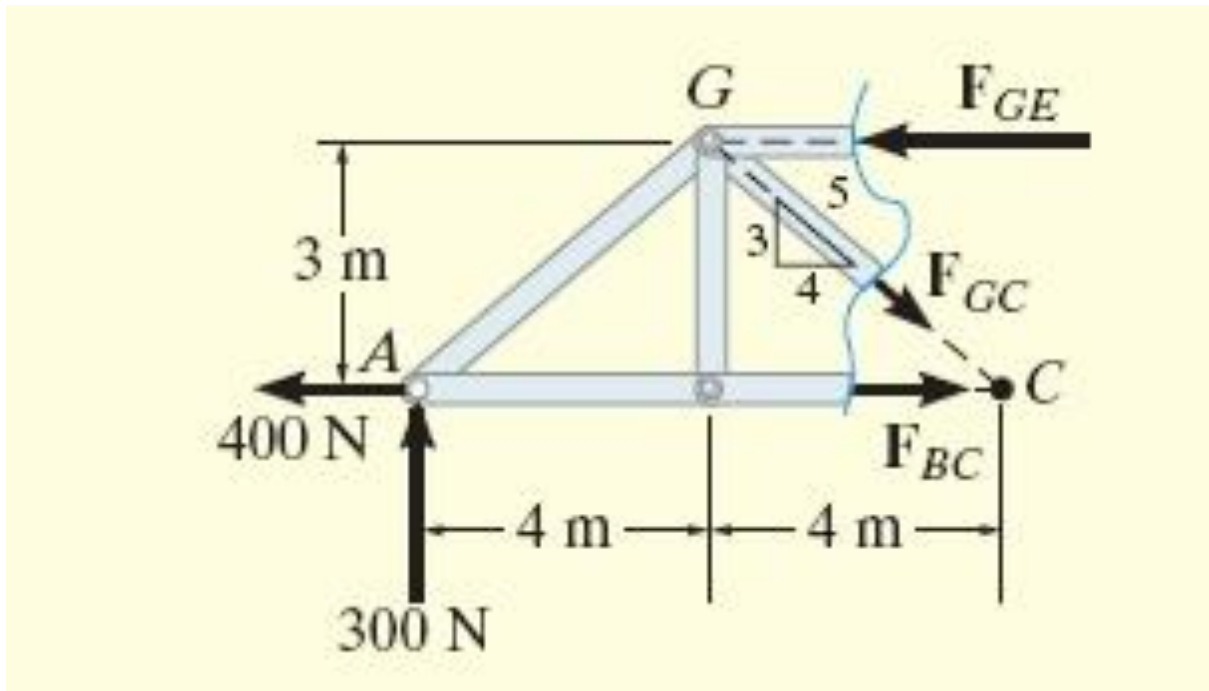
$$A_x = 400 \text{ N}$$

$$D_y = 900 \text{ N}$$

$$A_y = 300 \text{ N}$$



Example 6.5 -3



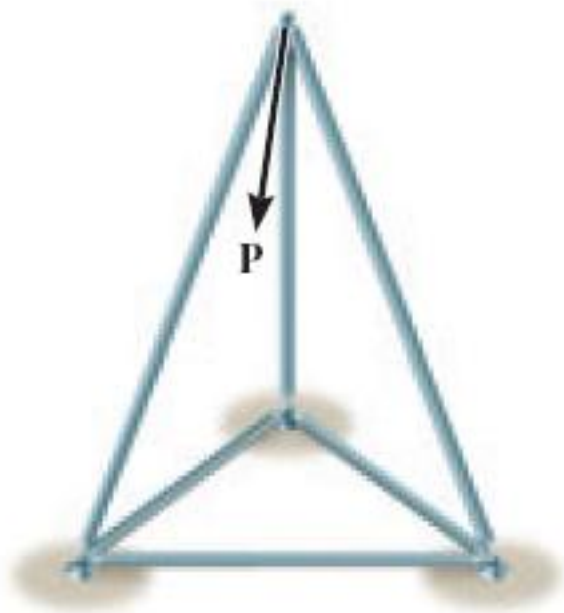
$$F_{BC} = 800 \text{ N (T)}$$

$$F_{GE} = 800 \text{ N (C)}$$

$$F_{GC} = 500 \text{ N (T)}$$

F_{BC} , F_{GE} , F_{GC} ?

Ruimtevakwerken (space trusses)



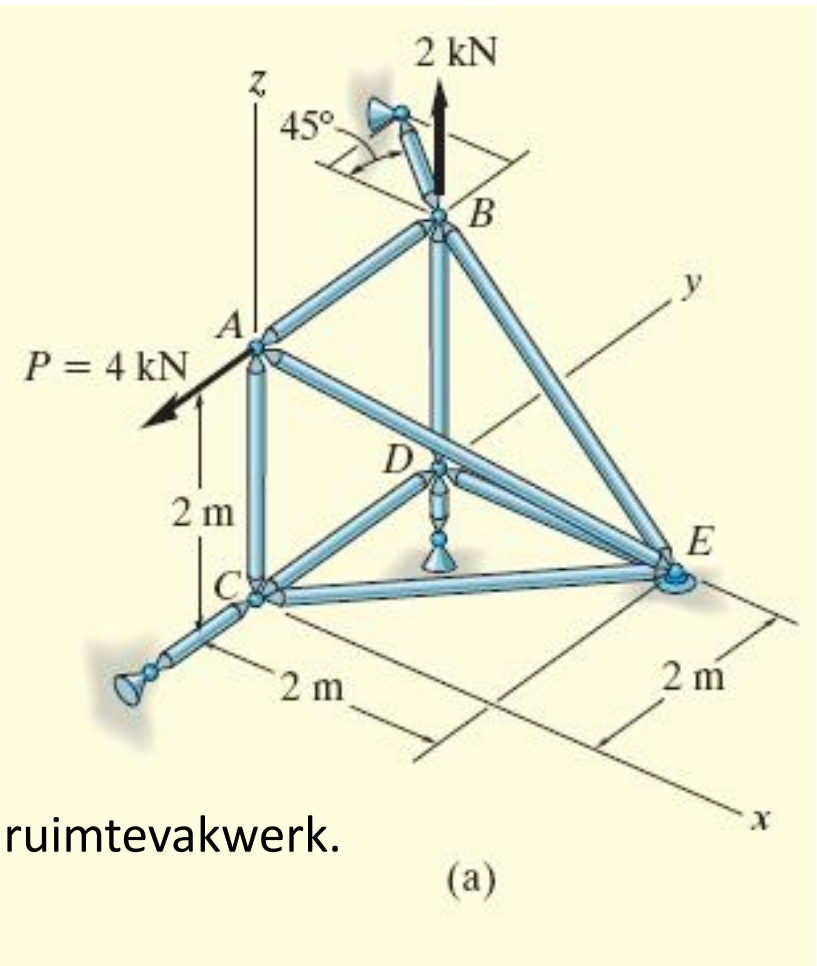
Nodige aannames voor vakwerk analyse:

- 1: Alle belastingen worden in de knooppunten aangebracht (staven zijn massaloos).
- 2: De staven zijn scharnierend verbonden (ball and socket). **geen momenten**

Knooppunten methode als je alle krachten wilt weten.

Snedemethode als je slechts een paar krachten wilt weten.

Example 6.8



Bepaal de krachten in alle staven van het ruimtevakwerk.

Welke methode?

Klopt het aantal onbekende reactiekrachten?

Waar beginnen we?

Example 6.8 -2

$$\mathbf{P} = \{-4\mathbf{j}\} \text{ kN}$$

$$\mathbf{F}_{AB} = F_{AB}\mathbf{j}$$

$$\mathbf{F}_{AC} = -F_{AC}\mathbf{k}$$

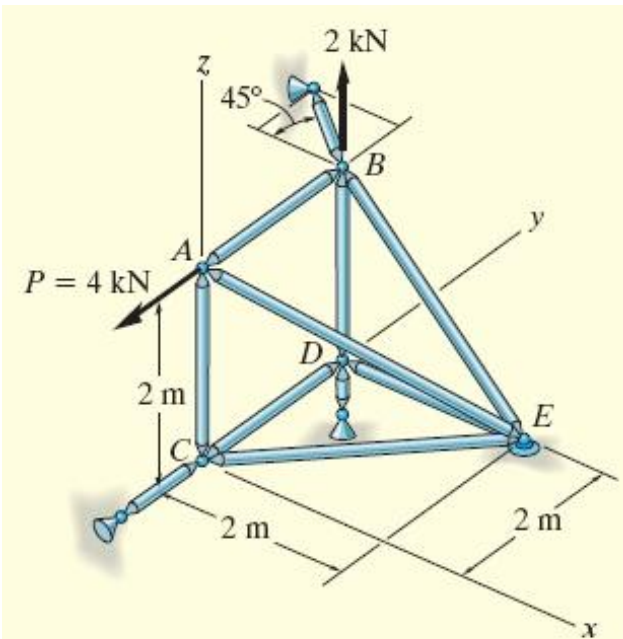
$$\mathbf{u}_{AE} = \frac{(2-0)\mathbf{i} + (2-0)\mathbf{j} + (0-2)\mathbf{k}}{\sqrt{2^2 + 2^2 + 2^2}} = \frac{2\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - 2\mathbf{k}}{2\sqrt{3}} = 0.577\mathbf{i} + 0.577\mathbf{j} - 0.577\mathbf{k}$$

$$\mathbf{F}_{AE} = F_{AE}(0.577\mathbf{i} + 0.577\mathbf{j} - 0.577\mathbf{k})$$

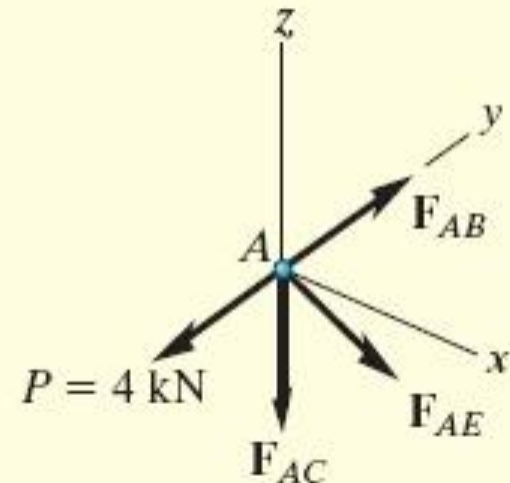
$$F_{AE} = 0$$

$$F_{AB} = 4 \text{ kN (T)}$$

$$F_{AC} = 0$$



(a)



Example 6.8 -3

Nu F_{AB} bepaald is kunnen we knoop B aanpakken.

Drie krachten waarvan we wel de richting maar niet de grootte weten.

$$\mathbf{P} = \{2\mathbf{k}\} \text{ kN}$$

$$\mathbf{R}_B = -R_B \cos(45^\circ)\mathbf{i} + R_B \sin(45^\circ)\mathbf{j} = R_B(-0.707\mathbf{i} + 0.707\mathbf{j})$$

$$\mathbf{F}_{AB} = \{-4\mathbf{j}\} \text{ kN}$$

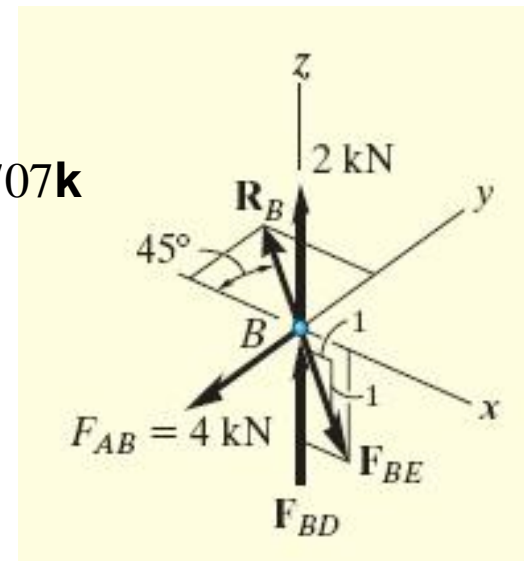
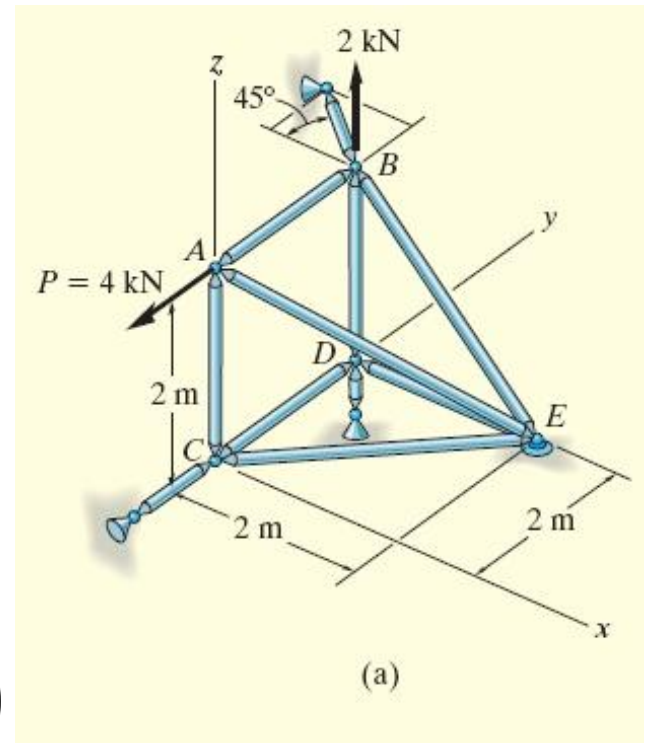
$$\mathbf{F}_{BD} = F_{BD}\mathbf{k}$$

$$\mathbf{u}_{BE} = \frac{(2-0)\mathbf{i} + (2-2)\mathbf{j} + (0-2)\mathbf{k}}{\sqrt{4+0+4}} = \frac{1}{\sqrt{2}}\mathbf{i} - \frac{1}{\sqrt{2}}\mathbf{k} = 0.707\mathbf{i} - 0.707\mathbf{k}$$

$$\mathbf{F}_{BE} = F_{BE}(0.707\mathbf{i} - 0.707\mathbf{k})$$

$$R_B = F_{BE} = 5.66 \text{ kN (T)} \quad F_{BD} = 2 \text{ kN (C)}$$

$$F_{DE} = F_{DC} = F_{CE} = 0$$



Huiswerk

Kennis nemen van Toets 8:	0.5 uur
Terugkijken op hoofdstuk 6.1 - 6.5:	0.5 uur
Toets 8 maken*:	4.5 uur
Vorbereiden hoofdstuk 6.6	1.0 uur
	<hr/>
Totaal:	6.5 uur +

- * Als je niet uit de sommen van Toets 8 komt, begin dan met de “fundamental problems” uit het boek of de sommen op “Mastering Engineering”(zie announcement Bb). Ook in schrift, ook meenemen naar werkcollege.