

UITWERKINGSFORMULIER

Tentamen CT1031

CONSTRUCTIEMECHANICA 1

4 november 2011,

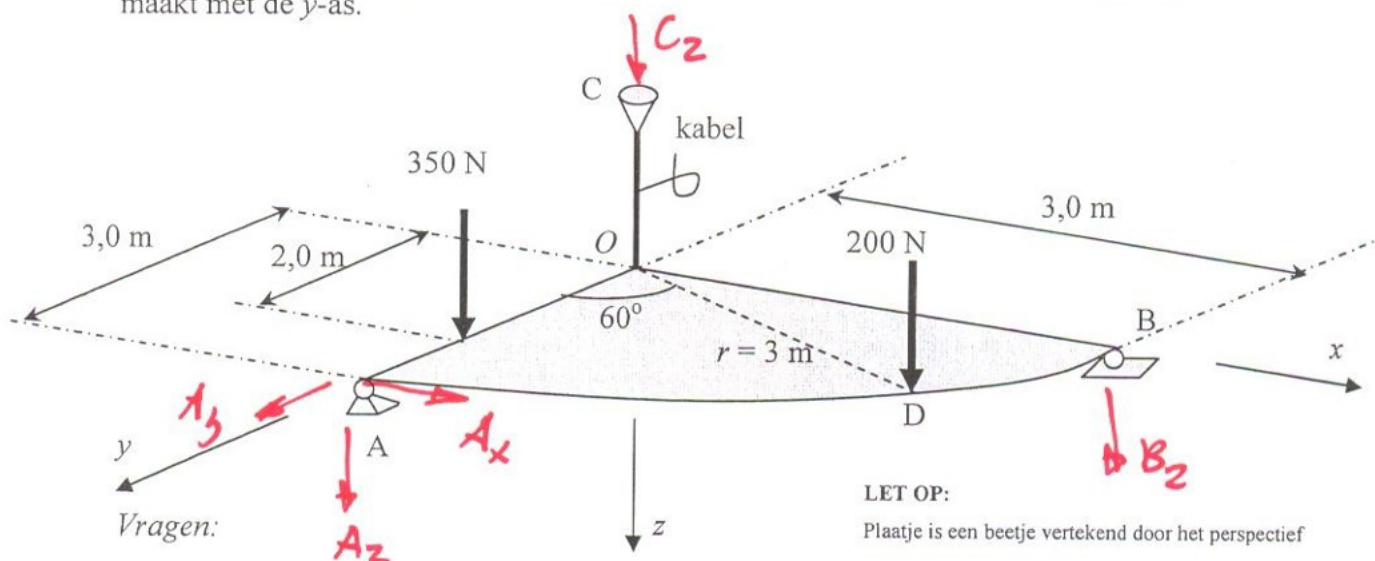
09:00 – 12:00 uur

- Dit tentamen bestaat uit 5 **opgaven**.
- Als de kandidaat niet voldoet aan de eisen tot deelname wordt het werk niet beoordeeld.
- Werk de opgaven uit op het **antwoordformulier** en **lever alleen deze bladen in**.
- Vermeld op elk blad rechtsboven uw **naam** en **studienummer**
- In de beoordeling van het werk wordt ook de **netheid** van de presentatie betrokken
- Het gebruik van een grafische rekenmachine is toegestaan
- Het gebruik van mobiele telefoons en/of Pda's met UMTS tijdens het tentamen is niet toegestaan, dus uitzetten en van tafel verwijderen !
- Let op de aangegeven tijd per vraagstuk
- Tenzij anders vermeld speelt het eigen gewicht geen rol en zijn katrollen en scharnierende verbindingen wrijvingsloos.

--	--	--	--	--	--	--

Opgave 1 (ongeveer 35 minuten)

Een kwart van een **cirkelvormige plaat** met een straal van 3,0 m, is opgelegd op drie punten A, B en C. Oplegging A is een bolscharnier, oplegging B is een rolscharnier die verplaatsingen in het x-y-vlak toestaat. In C is de plaat opgehangen met behulp van een verticale kabel OC. De plaat wordt belast langs de linker rand door een puntlast van 350 N. Langs de plaatrand AB is in D een puntlast geplaatst. De positie van punt D in het x-y-vlak kan worden bepaald uit het gegeven dat de lijn OD een hoek van 60 graden maakt met de y-as.



- a) Geef alle mogelijke oplegreacties in de bovenstaande figuur aan en benoem de oplegreacties. Gebruik de positieve as-richtingen voor de aanduiding van de oplegreacties.
- b) Bepaal alle oplegreacties en geef de grootte en richting ervan aan. Merk op dat einduitkomsten met wortels mogen worden gepresenteerd of numeriek mogen worden weergegeven. Bepaal tevens de kracht in de kabel OC.

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & A_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 & A_y &= 0 \\ \sum F_z &= 0 & A_z + B_z + C_2 + 350 + 200 &= 0 & C_2 &= -43,5 \\ \sum T_x &= 0 & 350 \cdot 2 + 200 \cdot 1,5 + A_z \cdot 3 &= 0 & A_z &= -\frac{1000}{3} \\ \sum T_y &= 0 & -B_z \cdot 3 - 200 \cdot \frac{3}{\sqrt{3}} &= 0 & B_z &= -100\sqrt{3} \\ \sum T_z &= 0 & A_x \cdot 3 &= 0 & \text{n.v.t.} & \end{aligned}$$

Voor vervolg opgave 1 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--

- c) Stel dat de kracht van 200 N onbepaald is. Hoe groot mag deze kracht dan maximaal worden?

*kracht in de draad kan geen drukkracht zijn
Als $C_2 = 0$ dan is F maximaal.*

$$A_2 + B_2 + 350 + F = 0$$

$$350 \cdot 2 + F \cdot 1,5 + 3A_2 = 0$$

$$-B_2 \cdot 3 - F \cdot \frac{3}{2}\sqrt{3} = 0$$

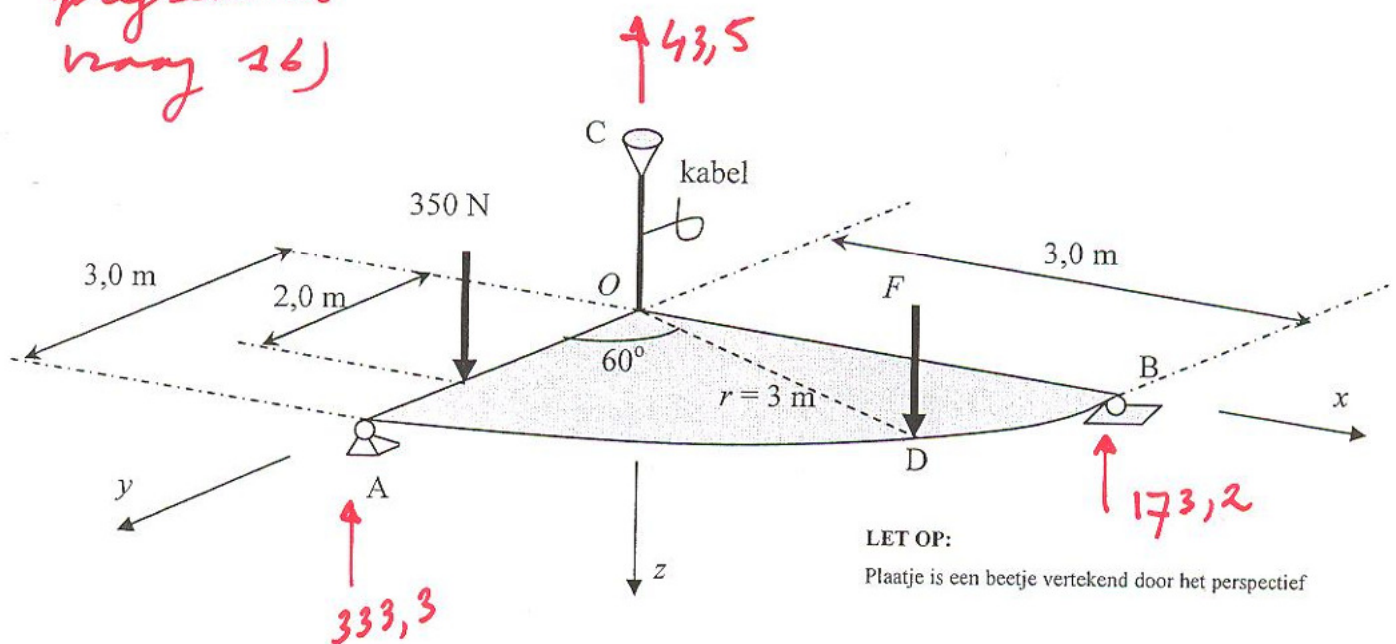
$$3A_2 = -700 - 1,5F$$

$$3B_2 = -\frac{3}{2}\sqrt{3}F$$

$$(-700 - 1,5F) + (-\frac{3}{2}\sqrt{3}F) + 3 \cdot 350 + 3F = 0$$

$$1,5(1 - \sqrt{3})F = 700 - 3 \cdot 350 \Rightarrow F = 318,7 \text{ N}$$

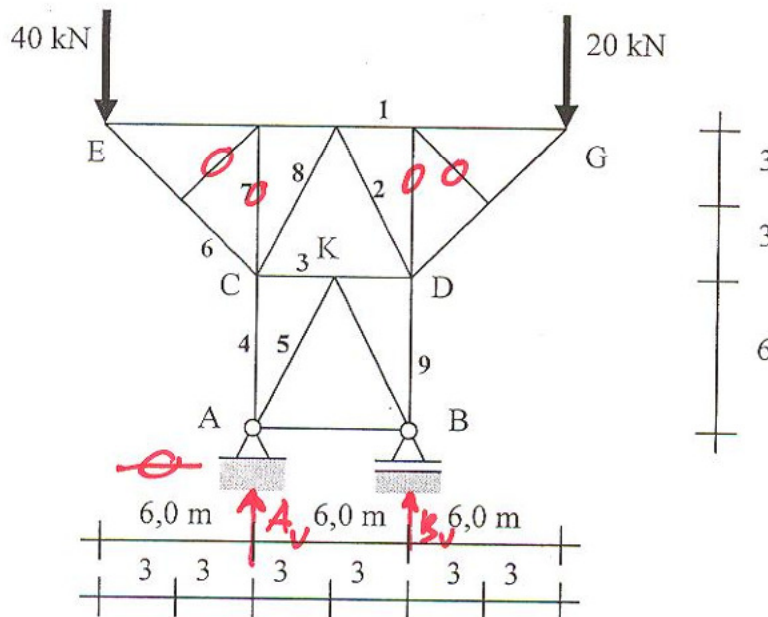
opgave 16)



--	--	--	--	--	--	--

Opgave 2 (ongeveer 40 minuten)

Een vakwerk wordt verticaal belast met de twee puntlasten zoals in de onderstaande figuur is weergegeven.



Vragen:

- Geef in de tekening de nulstaven aan.
- Bereken de oplegreacties en teken deze in de bovenstaande figuur zoals ze in werkelijkheid werken en schrijf hun waarden er bij.

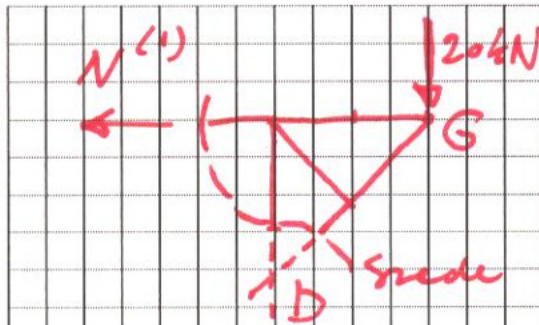
$$\begin{aligned} \sum T_A &= 0 & 40 \cdot 6 - 20 \cdot 12 + B_V \cdot 6 &= 0 \Rightarrow B_V = 0 \\ \sum F_{ver} &= 0 & A_V - 40 - 20 &= 0 \Rightarrow A_V = 60 \text{ kN} \uparrow \\ \sum F_{hor} &= 0 & A_H &= 0 \end{aligned}$$

Voor vervolg opgave 2 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--

- c) Bereken met de snedemethode de krachten in staaf 1 t/m 4, met de juiste tekens (trek positief en druk negatief) en verzamel de antwoorden in de tabel op pagina 6.

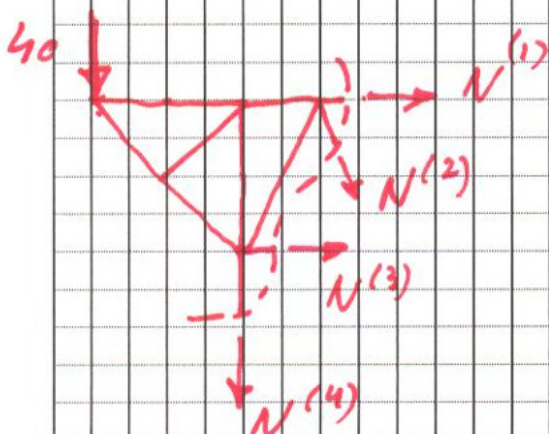
10 kN



Bepaal eerst $N^{(1)}$

$$\sum T|_D = 0 \quad 20 \cdot 6 - N^{(1)} \cdot 6 = 0$$

$$N^{(1)} = +20 \text{ kN}$$



neuwe snede door 1, 2, 3 en 4

$$\sum T|_D = 0 \quad 20 \cdot 6 - 40 \cdot 12 - N^{(4)} \cdot 6 = 0$$

$$N^{(4)} = -60 \text{ kN}$$

$$\sum F_{\text{ver}} = 0 \quad 40 + N^{(4)} + \frac{2}{5} \sqrt{5} N^{(2)} = 0$$

$$N^{(2)} = \frac{20 \cdot 5}{2 \sqrt{5}} = 10 \sqrt{5} \text{ kN}$$

$$\sum F_{\text{hor}} = 0 \quad N^{(3)} + N^{(1)} + \frac{1}{5} \sqrt{5} N^{(2)} = 0$$

$$N^{(3)} = -20 - \frac{1}{5} \sqrt{5} \cdot 10 \sqrt{5} = -30$$

opmerking:

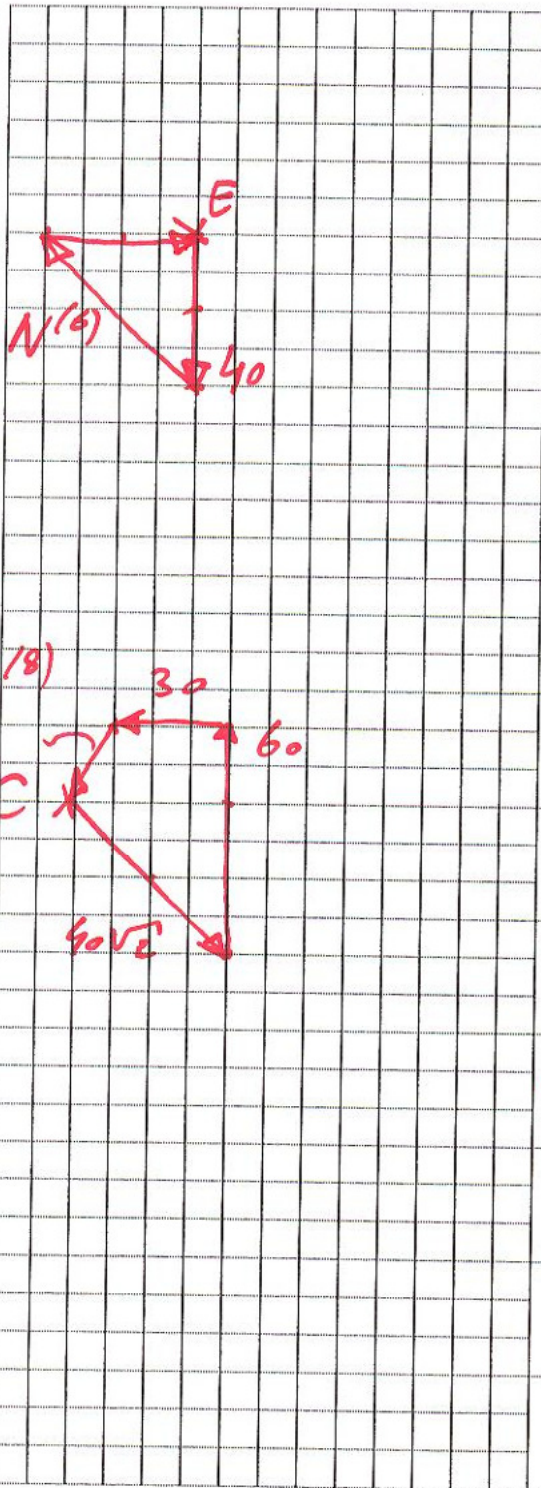
$N^{(1)}$ kan ook met knooppuntenwiel maar de snedemethode werd gevraagd!

Voor vervolg opgave 2 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--	--

- d) Bereken met een methode naar keuze de krachten in staaf 5 t/m 9, met de juiste tekens (trek positief en druk negatief) en verzamel de antwoorden in de tabel op pagina 6.

☐ 10 kN



$N^{(5)}$ is nul want de $N^{(4)}$ is gelijk in grootte aan A_v . k_B is dan ook nul.

$N^{(9)}$ is nul en AB moet ook nul zijn!

$N^{(7)}$ is nul want deze kan als nulstaaf worden behandeld.

$N^{(6)}$ volgt uit breuklijn-veelhoek. $N^{(6)} = -40\sqrt{2}$

Knopgewricht van C

$$N^{(8)} = -\sqrt{10^2 + (20)^2} = -10\sqrt{5}$$

(kan ook direct worden bepaald m.b.v. $N^{(2)}$).

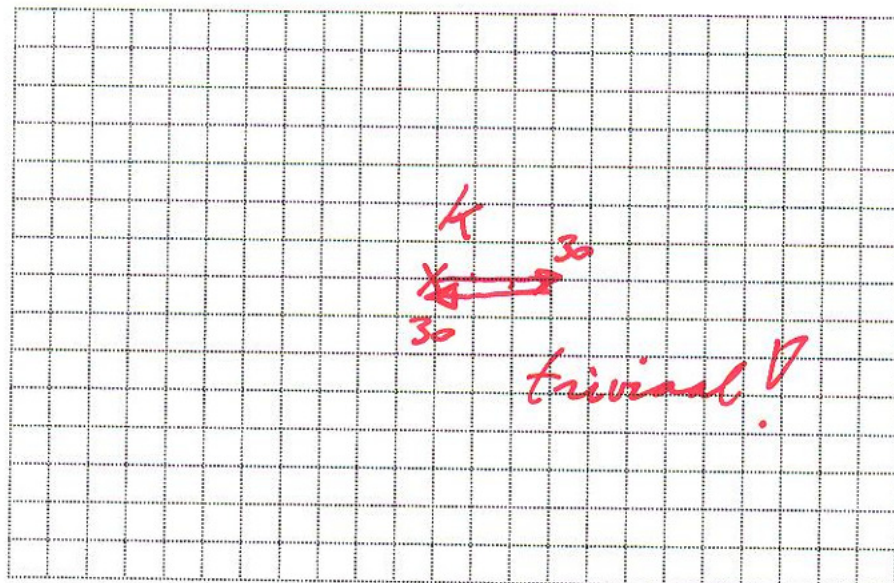
--	--	--	--	--	--	--

Staat	N [kN]
1	+20
2	$+10\sqrt{5} = 22,36$
3	-30
4	-60
5	0
6	$-40\sqrt{2} = -56,6$
7	$\emptyset$
8	$-10\sqrt{5} = -22,36$
9	$\emptyset$

Vergeet niet deze tabel in te vullen i.v.m.
 het automatische leesapparaat....

e) Teken de krachtenveelhoek voor knooppunt K waar vier staven samen komen.

☐ 10 kN

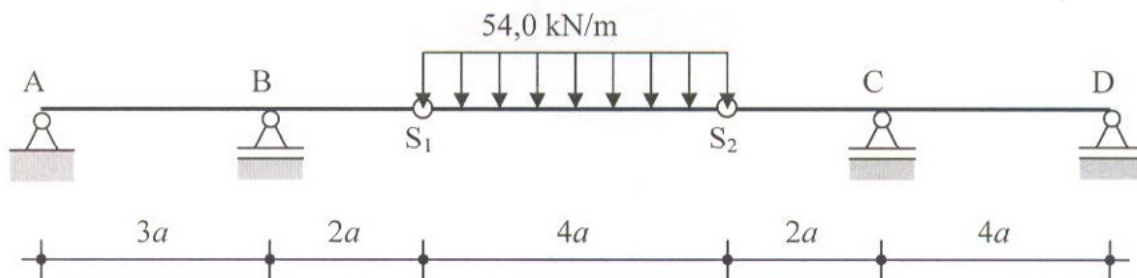


Krachtenveelhoek voor knooppunt K in kN

--	--	--	--	--	--	--

Opgave 3 (ongeveer 30 minuten)

Van de onderstaande scharnierligger wordt gevraagd de krachtsverdeling te bepalen met behulp van virtuele arbeid. Beantwoord de vragen daarom uitsluitend gebaseerd op een berekening volgens het principe van *virtuele arbeid*.

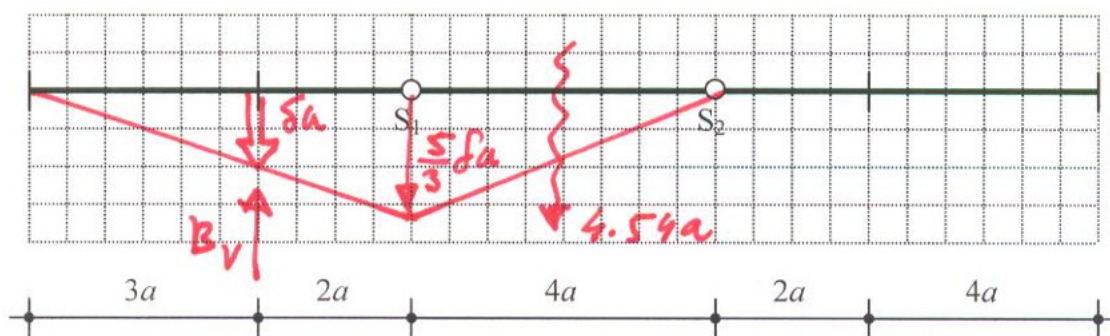


Vragen:

- a) Geef in het kort aan hoe het principe van virtuele arbeid werkt.

nie boek

- b) Bepaal met virtuele arbeid de oplegreactie in B.



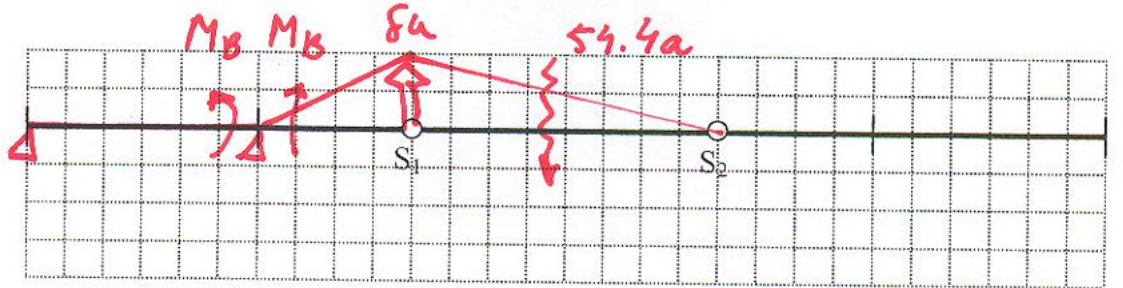
$$\delta A = -B_V \cdot \delta u + (4.54a) \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{3} \delta u = 0$$

$$B_V = 180a$$

Voor vervolg opgave 3 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--

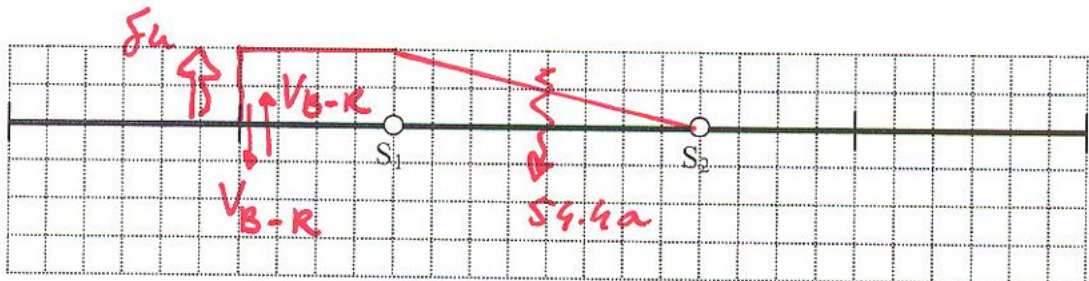
- c) Bepaal met virtuele arbeid het steunpuntsmoment in B.



$$\delta A = M_B \cdot \phi - M_B \cdot \frac{\delta u}{2a} - (54.4a) \cdot \frac{1}{2} \delta u = 0$$

$$M_B = -54.4 \cdot a^2 = -216a^2$$

- d) Bepaal met virtuele arbeid de dwarskracht rechts van B.



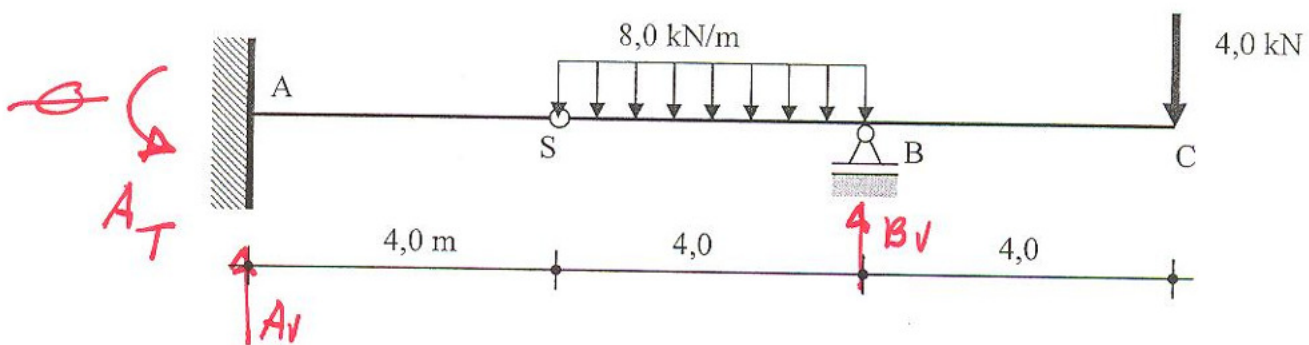
$$\delta A = V_{B-R} \cdot \delta u - 54.4a \cdot \frac{1}{2} \delta u = 0$$

$$V_{B-R} = 2 \cdot 54.4a = 108.8a$$

--	--	--	--	--	--	--

Opgave 4 (ongeveer 35 minuten)

De onderstaande constructie bestaat uit de liggedelen AS en SBC die onderling scharnierend zijn verbonden in S. De constructie wordt over het deel SB belast met een gelijkmatig verdeelde belasting en in C belast met een verticale puntlast zoals aangegeven in de figuur. De constructie is in A volledig ingeklemd en in B opgelegd met behulp van een horizontale rol.



Vragen:

- a) Bepaal de oplegreacties in A en B en teken deze zoals ze in werkelijkheid op de constructie werken en schrijf de waarden er bij.

$$\sum T|_S \text{ (deel S-B-C)} = 0$$

$$B_V \cdot 4 - 4 \cdot 8 - (4 \cdot 8) \cdot 2 = 0$$

$$B_V = 8 + 16 = 24 \text{ kN} \uparrow$$

$$\sum F_{\text{ver}} = 0 \text{ (geheel)}$$

$$A_V + B_V - 4 \cdot 8 - 4 = 0$$

$$A_V = 32 + 4 - 24 = 12 \text{ kN} \uparrow$$

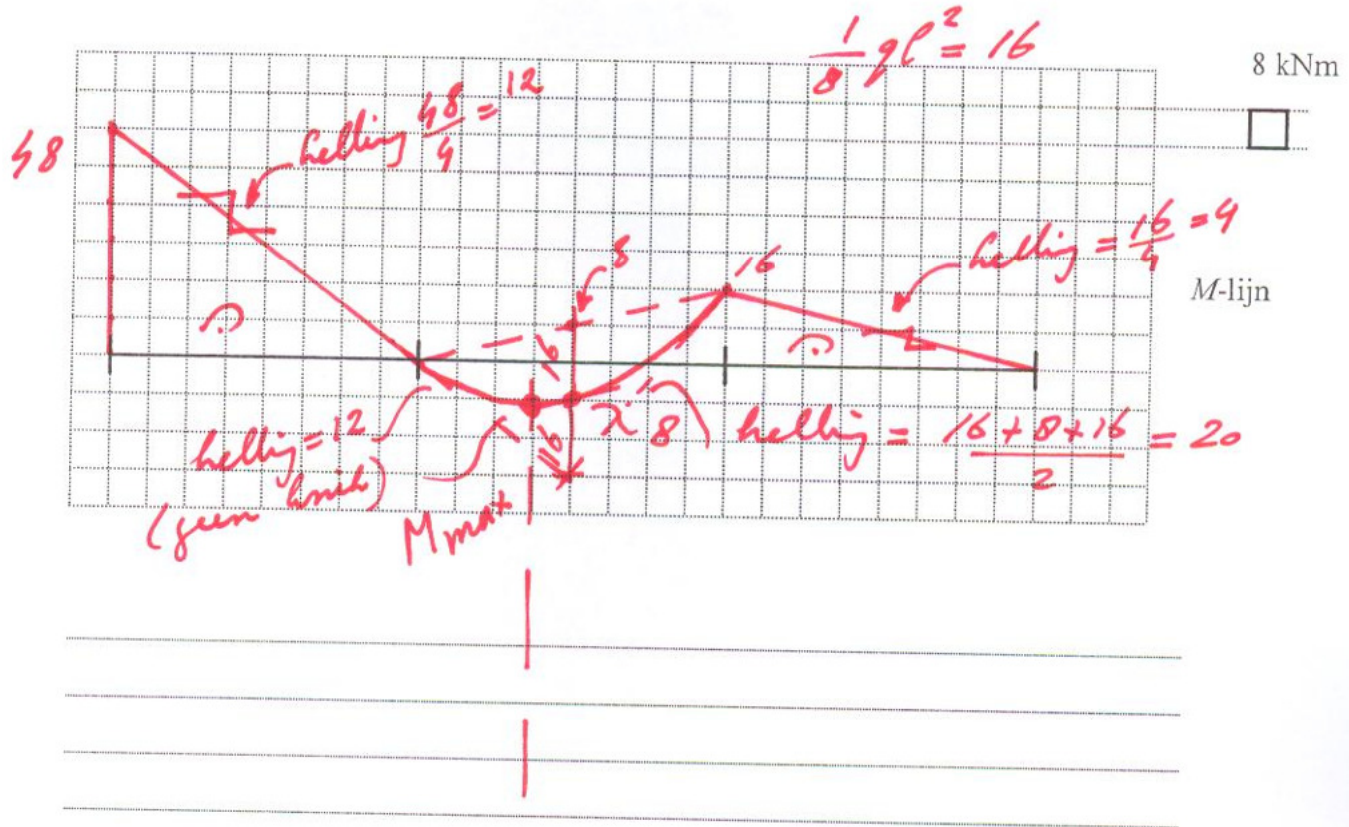
$$\sum T|_A \text{ (geheel)} = 0 \quad (\text{of deel AS, let op } S_V)$$

$$A_T - (4 \cdot 8) \cdot 6 + 24 \cdot 8 - 4 \cdot 12 = 0 \Rightarrow A_T = 48 \text{ kNm}$$

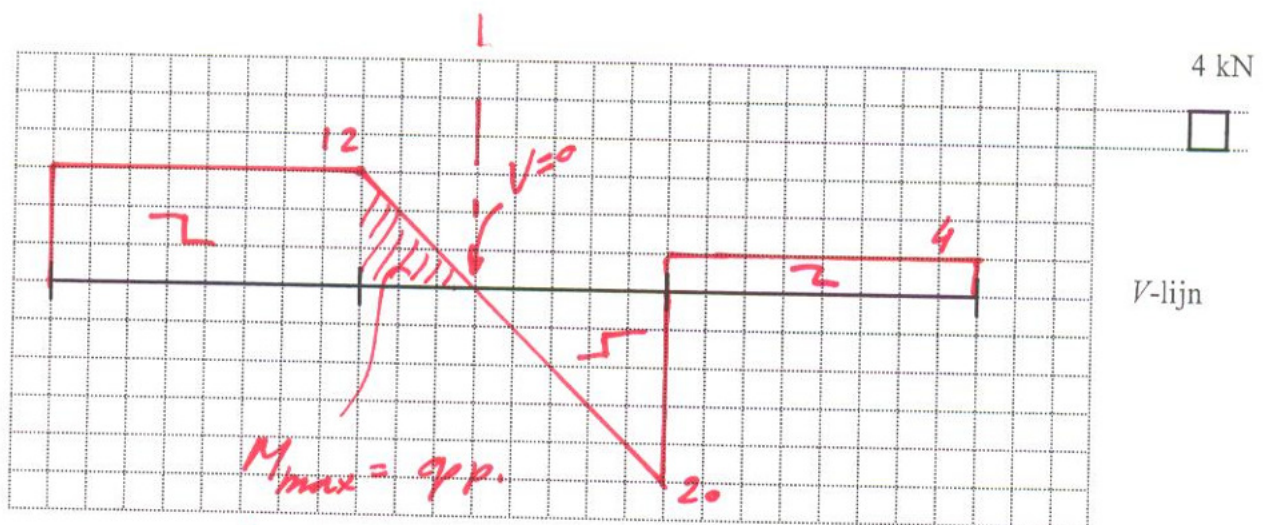
Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--	--

- b) Teken voor de gehele constructie de M -lijn met de vervormingstekens. Schrijf de waarden erbij.



- c) Teken voor de gehele constructie de V -lijn met de vervormingstekens. Schrijf de waarden erbij.

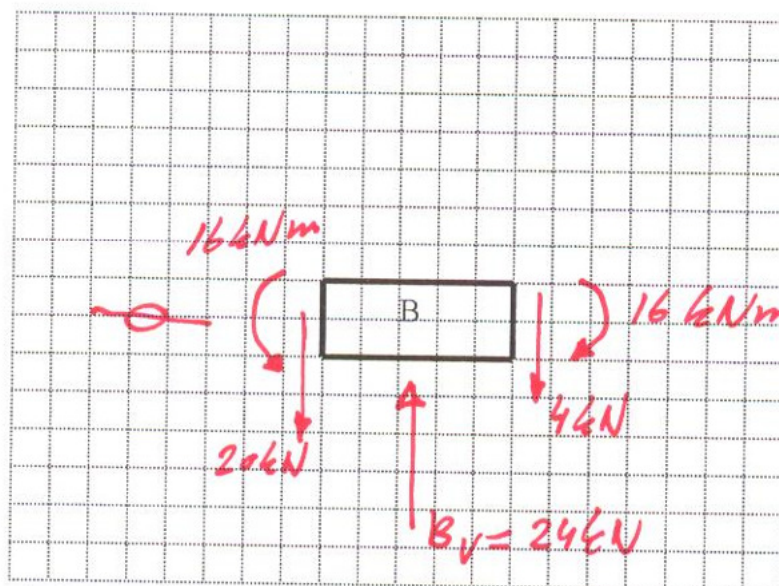


Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--

- d) Maak knooppunt B vrij en teken alle krachten (en momenten) zoals ze op het knooppunt werken.

interpretatie de M- en V-lijn
inclusief de vervormings liders en verges
B_v niet!

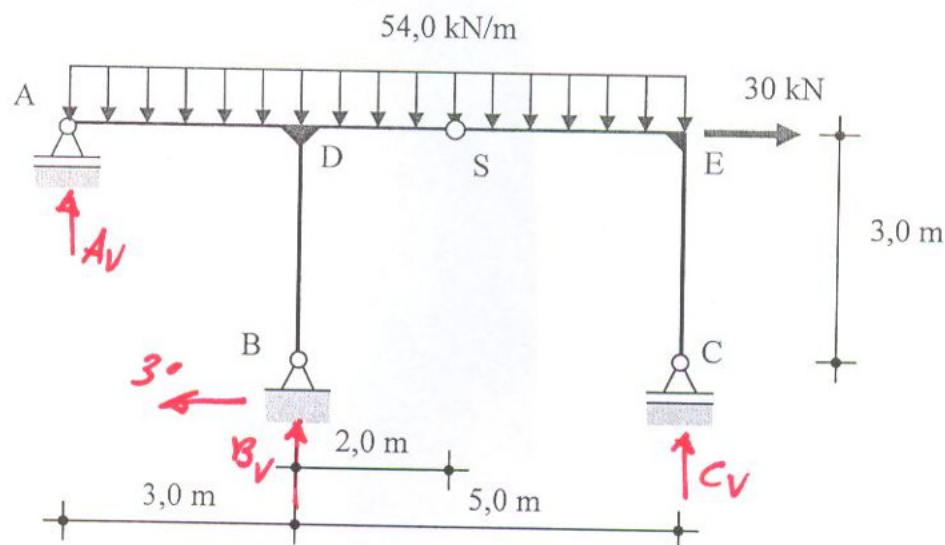


geen
normaal-
kracht.

--	--	--	--	--	--	--	--

Opgave 5 (ongeveer 40 minuten)

De onderstaande spantconstructie is in A en C ondersteund met een horizontale roloplegging. In B is het deel BDS scharnierend ondersteund. Het scharnier S, verbindt de starre delen ADBS en SEC. De bovenregel is belast met een gelijkmatig verdeelde belasting van 54 kN/m. In punt E wordt de constructie horizontaal belast met een puntlast van 30 kN.



LET OP : VERGEET DE HORIZONTALE KRACHT VAN 30,0 kN NIET !

Vragen:

- a) Bepaal de oplegreacties en geef deze in de bovenstaande figuur weer zoals ze in werkelijkheid werken. Zet de waarde erbij.

$$\sum T|_S (S-E-C) = 0 \quad C_v \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 54 \cdot 3^2 = 0$$

$$C_v = \frac{1}{2} \cdot 54 \cdot 3 = 81 \text{ kN} \uparrow$$

$$\sum T|_B (\text{schuif}) = 0 \quad A_v \cdot 3 + (54 \cdot 8) \cdot 1 + 30 \cdot 3 - 81 \cdot 5 = 0$$

$$A_v = 39 \text{ kN} \downarrow$$

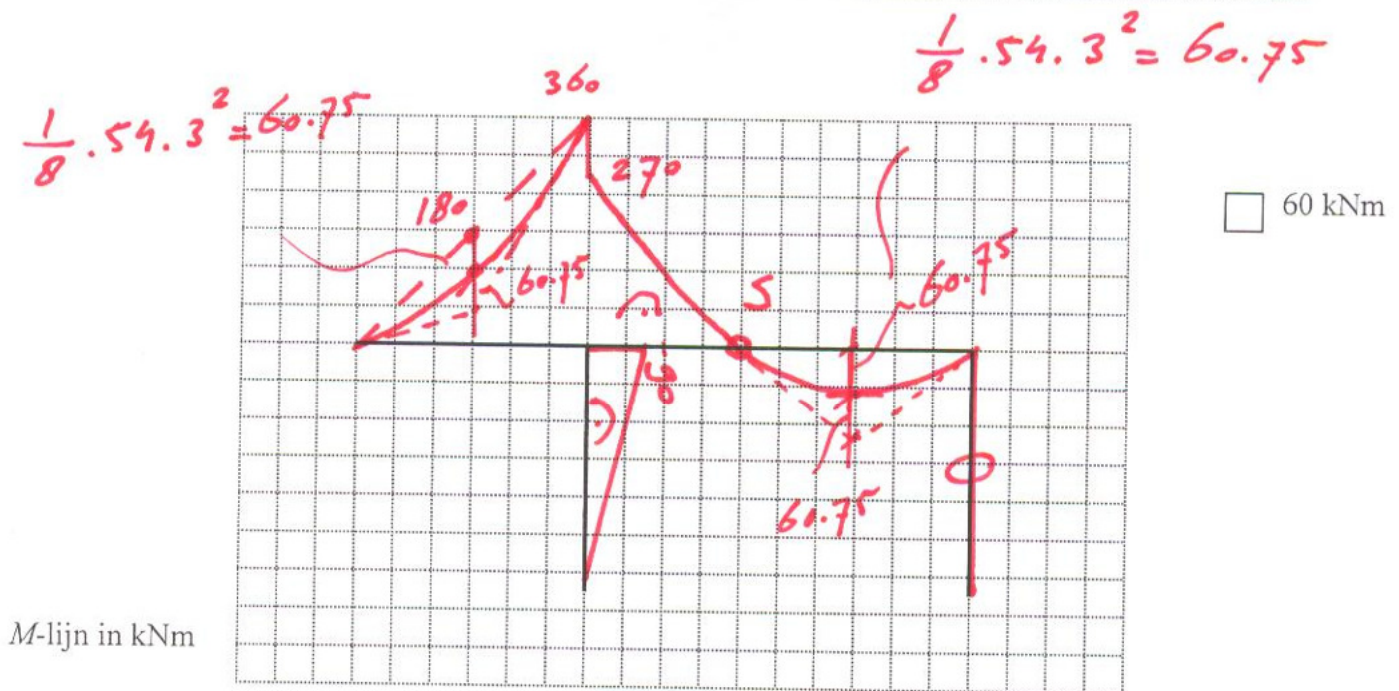
$$\sum F_{\text{ver}} = 0 \quad B_v = 390 \text{ kN} \uparrow$$

Voor vervolg opgave 5 zie volgend blad ►

b) Bepaal de momentenlijn en teken deze in de onderstaande figuur.

In C is geen horizontale oplegging, stijl EC heeft daaraan geen moment.

In S is M gelijk aan nul.

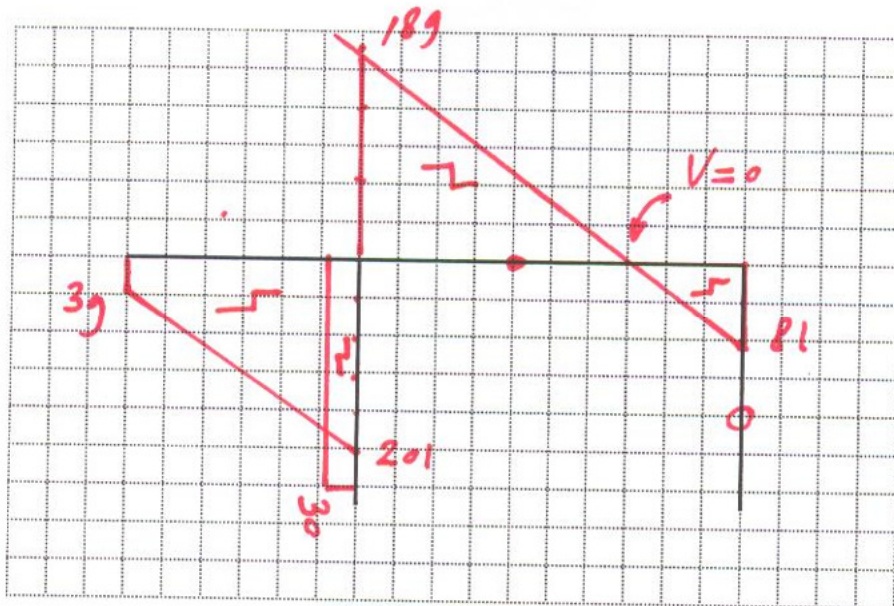


Voor vervolg opgave 5 zie volgend blad ►

--	--	--	--	--	--	--	--

- c) Bepaal de dwarskrachtenlijn en teken deze in de onderstaande figuur.

*Gebuit de helling v/d M-lijn of de
oplegreacties*



V-lijn in kN

Voor vervolg opgave 5 zie volgend blad ►

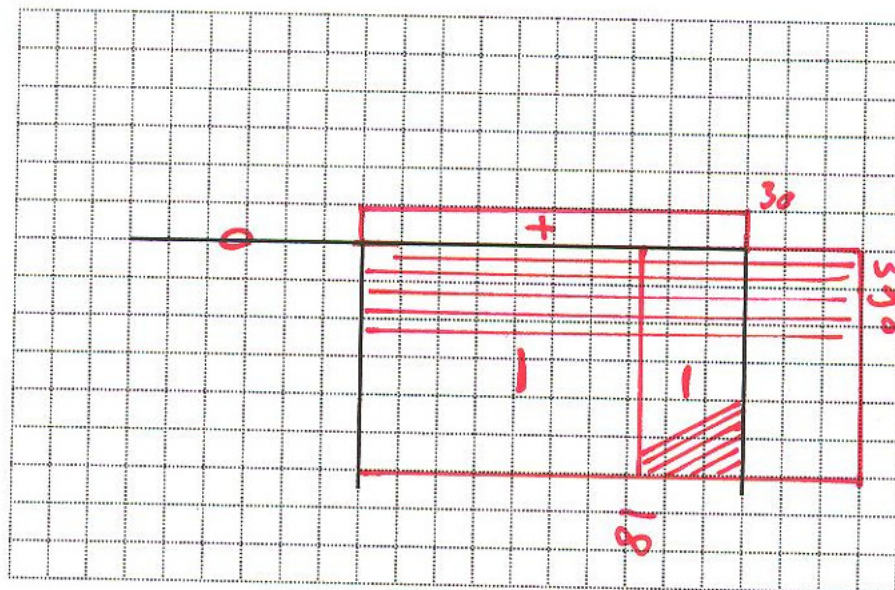
--	--	--	--	--	--	--

d) Bepaal de normaalkrachtenlijn en teken deze in de onderstaande figuur.

BD drukkracht, constant 30 kN

DE trekkracht, constant 30 kN

CE drukkracht, constant 81 kN



☐ 30 kN

N-lijn in kN