

UITWERKINGSFORMULIER

Tentamen CT1031

CONSTRUCTIEMECHANICA 1

5 november 2010,

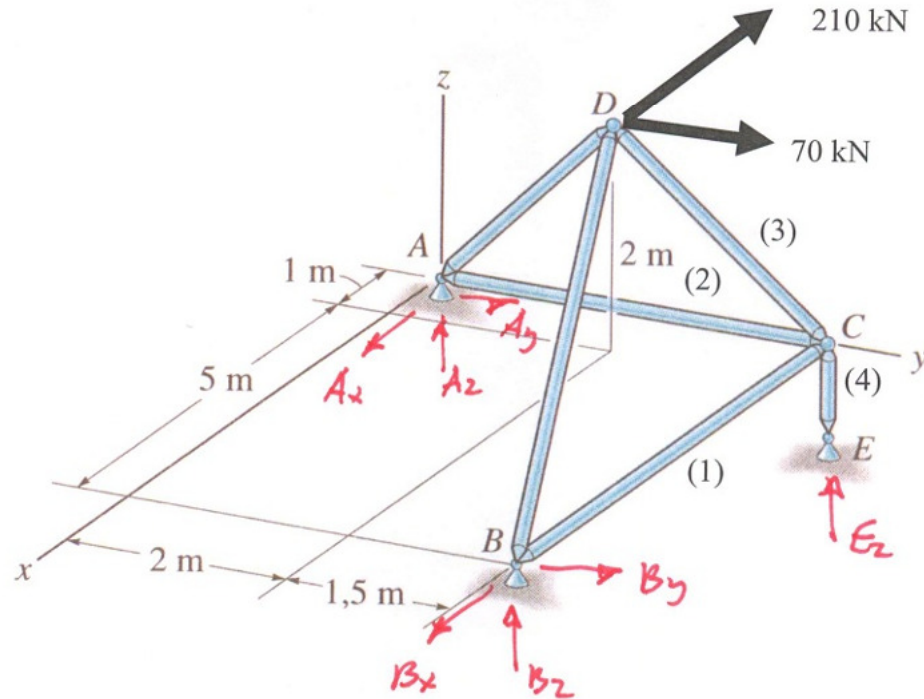
09:00 – 12:00 uur

- 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 30 minuten)

Een driedimensionaal vakwerk wordt in D belast met twee puntlasten in het horizontale vlak. De kracht van 210 kN is evenwijdig aan de x -as, de kracht van 70 kN is evenwijdig aan de y -as. De opleggingen in A, B en E zijn bolscharnieren.



Vragen:

- a) Leid voor een 3-D vakwerk de formule af waarmee snel de graad van statisch (on)bepaaldheid kan worden vastgesteld en bepaal hiermee de graad van statisch onbepaaldheid n .

onbekend : $n = \text{oplegreacties}$

$s = \text{sluipkrachten}$

bekend : $3\ell = 3 \text{ evenwichtsvergl. per knoep}$

dan $n = n + s - 3\ell$

- b) Teken in de bovenstaande figuur de mogelijke oplegreacties en geef deze de richting die u voor de positieve waarden aanhoudt in de berekening.

Voor vervolg opgave 1 zie volgend blad ►

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

- c) Stel de vergelijkingen op waarmee u de verticale oplegreactie in E kunt bepalen en los deze vervolgens op.

$$\sum T_x = 0 \quad E_2 \cdot 3,5 + B_2 \cdot 3,5 - 70 \cdot 2 = 0$$

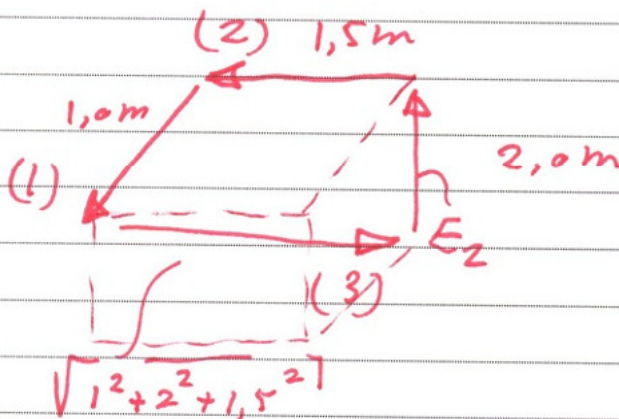
$$\sum T_y = 0 \quad -B_2 \cdot 6 - 20 \cdot 2 = 0 \quad B_2 = -70 \downarrow$$

$$E_2 = 110 \uparrow$$

- d) Bepaal de krachten in de staven (1) t/m (4) die in C bij elkaar komen en geef duidelijk aan of het daarbij om een trek of een drukkracht gaat.

naar rato van staaf lengte:

in 3D



$$E_2 = 110 \rightarrow N^{(2)} = \frac{1,5}{2,0} \times 110 = 82,5 \text{ kN (trek)}$$

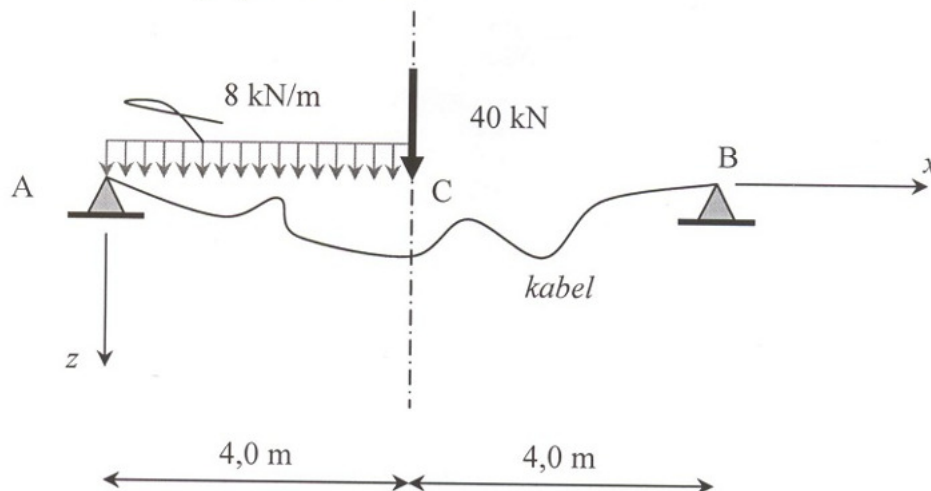
$$N^{(1)} = \frac{1,0}{2,0} \times 110 = 55 \text{ kN (trek)}$$

$$N^{(3)} = \frac{\sqrt{7,25}}{2} \times 110 = 148 \text{ kN (druk)}$$

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

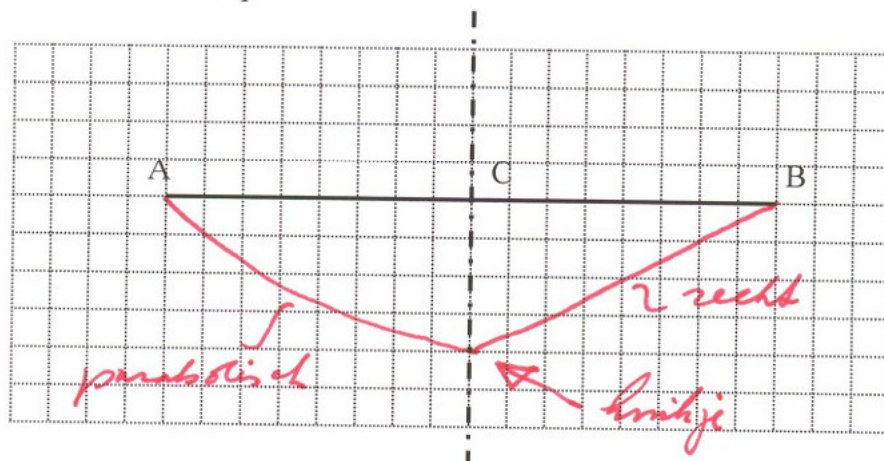
Opgave 2 (ongeveer 40 minuten)

Een kabel met voldoende lengte, is opgehangen in de steunpunten A en B. De kabel wordt belast met de aangegeven belasting. Gegeven is dat de horizontale component van de kracht in de kabel gelijk is aan 56 kN.



Vragen:

- a) Schets hieronder de vorm die de kabel inneemt en geef duidelijk aan wat er bekend is t.a.v. het kabelverloop.



☐ 0,5 m

*mag netter,
hoeft niet*

*t.p.v. q - last parabolisch verloop,
t.p.v. puntlast een knik
deel C-B recht.*

Voor vervolg opgave 2 zie volgend blad ►

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

b) Bereken voor $x = 4,0$ m de z-coördinaat van de kabel.

Kabelverloop onder A/B is gelijkvormig aan M-lijn van de ligger met dezelfde belasting

$$M_{\text{lijgen}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{8} \cdot 8 \cdot 8^2 \right) + \frac{1}{7} \cdot 40 \cdot 8 = 112 \text{ kNm.}$$

$$H \cdot z_{LC} = 112 \text{ kNm} \rightarrow z_{LC} = 2,0 \text{ m.}$$

c) Bereken de maximale trekkracht in de kabel en geef aan waar deze optreedt.

Grootste helling = grootste kracht.

$$A_V = \frac{3}{7} \cdot 8 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 40 = 94 \text{ kN}$$

$$A_H = 56 \text{ kN}$$

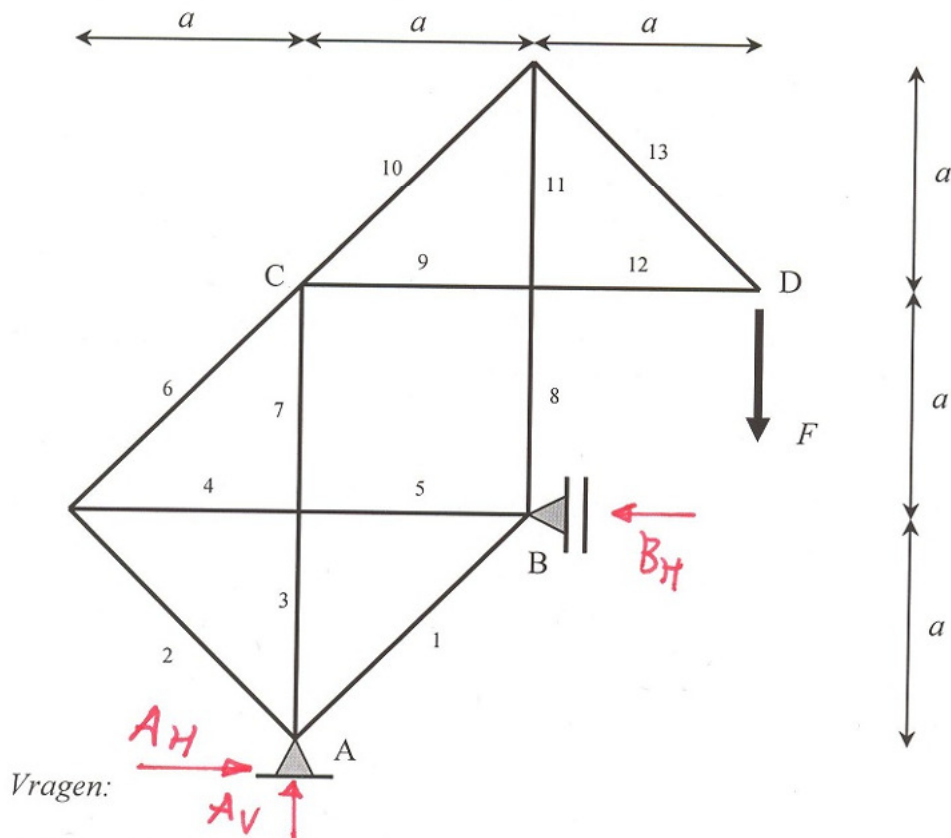
$$T = \sqrt{94^2 + 56^2}$$

$$T = 71,2 \text{ kN}$$

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

Opgave 3 (ongeveer 30 minuten)

Onderstaand vakwerk, waarvan de afmetingen uit de figuur kunnen worden afgelezen, wordt in D belast door een verticale kracht $F = 12 \text{ kN}$.



Vragen:

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

$$B_H: \sum T|_A = 0 \quad T \cdot 2a - B_H \cdot a = 0 \quad B_H = 2F \leftarrow$$

$$\sum F_V = 0 \quad A_V = F \uparrow = 12 \text{ kN} \uparrow$$

$$\sum F_H = 0 \quad A_H = 2F \rightarrow = 24 \text{ kN} \rightarrow$$

- b) Welke staven zijn nulstaven?

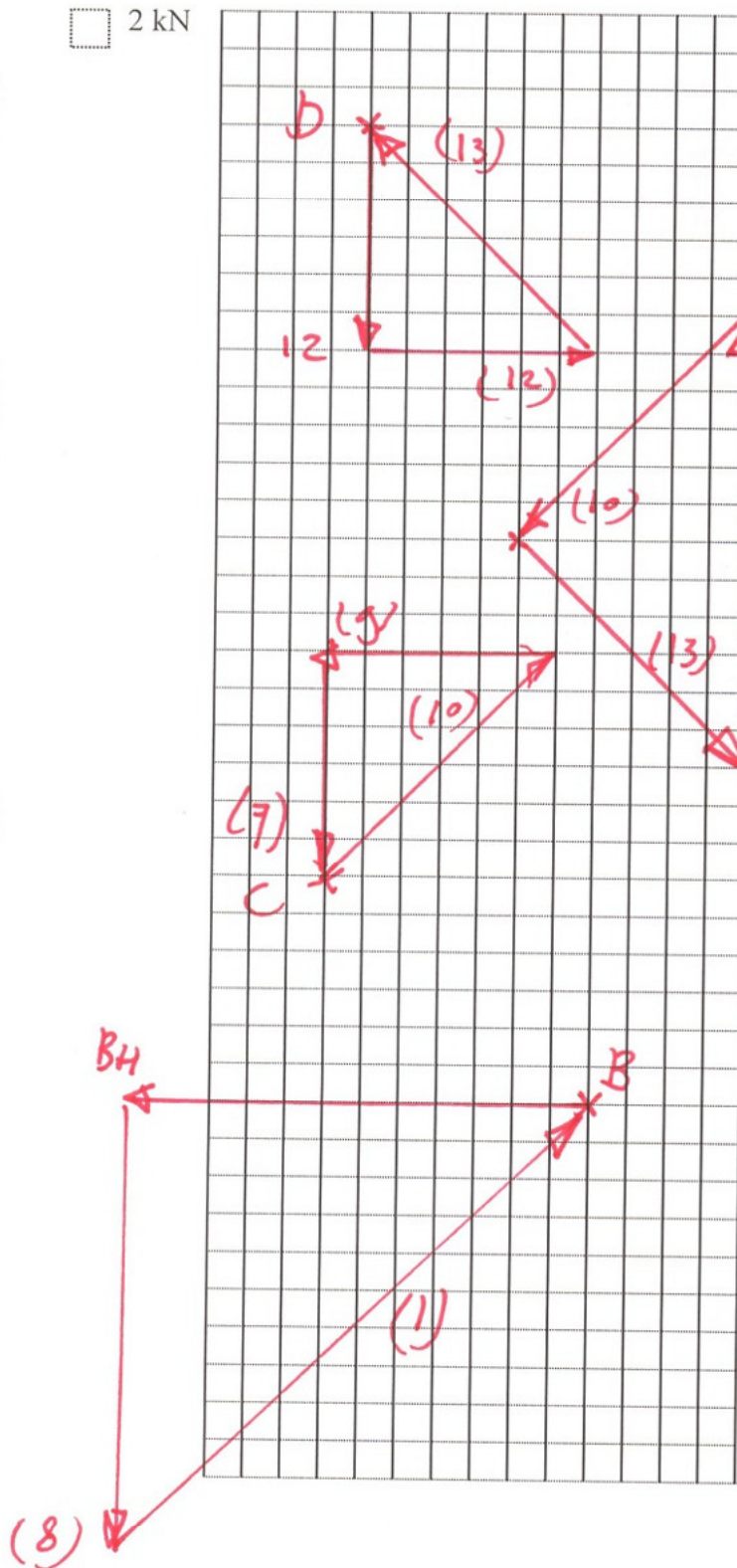
op voorhand niet één aan te wijzen,
 na berekening wel (2, 4, 5 en 6)

Voor vervolg opgave 3 zie volgend blad ►

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

- c) Bereken met een methode naar keuze alle staafkrachten, met de juiste tekens (trek positief en druk negatief) en verzamel de antwoorden in de tabel op de volgende pagina.

☐ 2 kN



$$(13) = F\sqrt{2} \text{ (trek)}$$

$$(12) = -F \text{ (druk)}$$

$$(11) = -2F \text{ (druk)}$$

$$(11) (10) = F\sqrt{2} \text{ (trek)}$$

$$(9) = (12) = -F \text{ (druk)}$$

$$(8) = (11) = -2F \text{ (druk)}$$

$$(7) = +F \text{ (trek)}$$

en dus is (6) een nulstaaf

$$\text{als } (6) = \phi \text{ dan } (2) = \phi$$

$$(4) = \phi$$

$$(5) = \phi$$

$$(1) = -2F\sqrt{2}$$

$$(3) = (7) = +F \text{ (trek)}$$

Naam:

Naam:

[illegible]

Staaf	N [kN]
1	$-24\sqrt{2}$
2	$\emptyset$
3	$+12$
4	$\emptyset$
5	$\emptyset$
6	$\emptyset$
7	$+12$
8	-24
9	-12
10	$+12\sqrt{2}$
11	-24
12	-12
13	$+12\sqrt{2}$

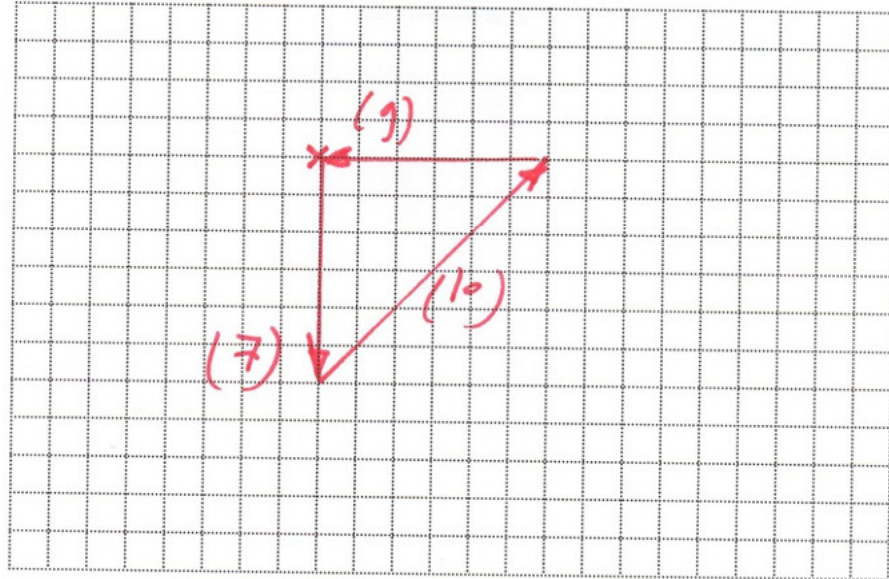
Vergeet niet deze tabel in te vullen i.v.m.
het automatische leesapparaat.....

7

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

d) Teken de krachtenveelhoek voor knooppunt C waar vier staven samen komen.

☐ 2 kN

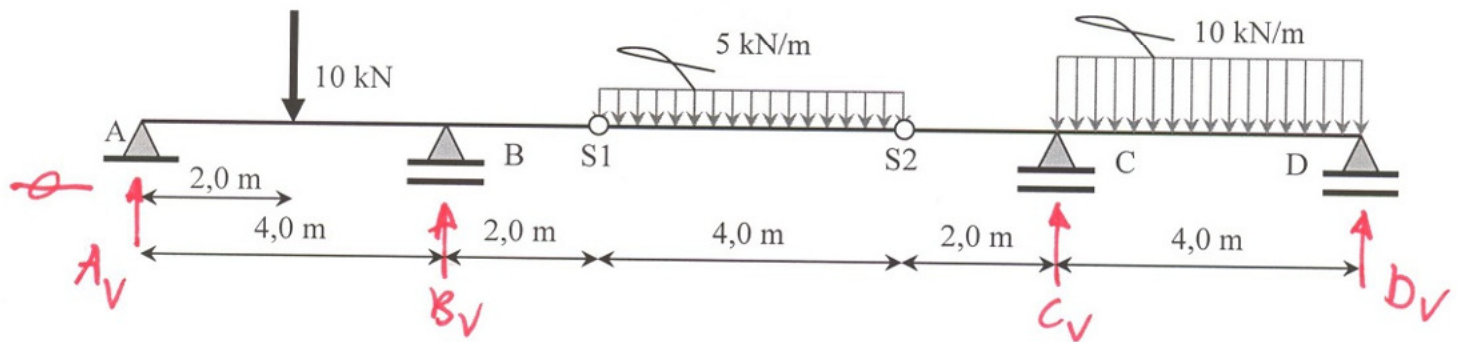


Krachtenveelhoek voor knooppunt C in kN

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

Opgave 4 (ongeveer 40 minuten)

De hieronder weergegeven scharnierligger ABCD wordt belast met een puntlast halverwege het linker veld en een van elkaar verschillende gelijkmatig verdeelde belasting op de twee overige aangegeven velden. S1 en S2 zijn de, in de ligger aangebrachte, scharnieren.



Vragen:

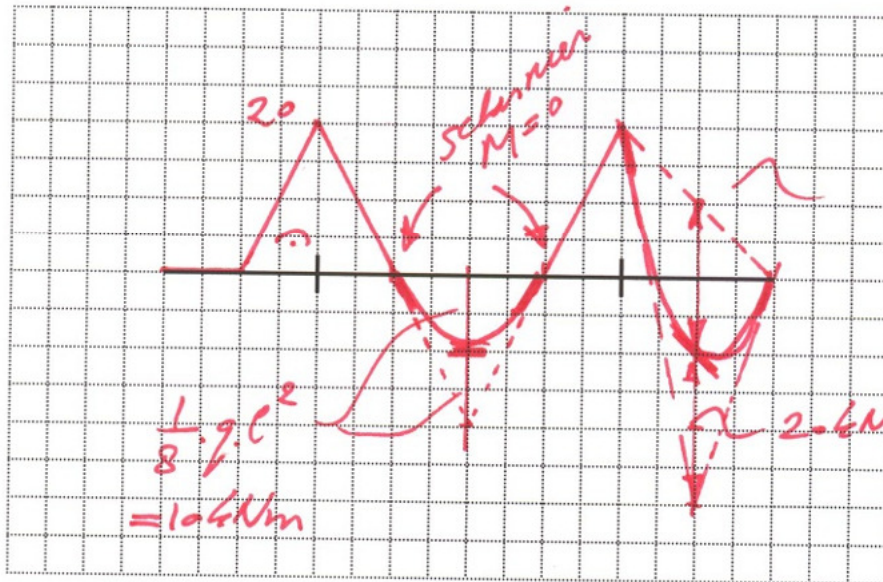
- a) Bepaal alle oplegreacties. Teken deze in de bovenstaande figuur zoals ze op de ligger werken en schrijf hun waarden er bij. Merk op: dit mag ook met virtuele arbeid.

$\sum T _A = 0$ $10 \cdot 2 + 10 \cdot 6 - B_v \cdot 4 = 0$ $B_v = 20 \text{ kN} \uparrow$ $\sum F_v = 0$ $A_v + B_v = 20$ $A_v = 0$	$\sum T _D = 0$ $10 \cdot 6 + 40 \cdot 2 - C_v \cdot 4 = 0$ $C_v = 35 \text{ kN} \uparrow$ $\sum F_v = 0$ $C_v + D_v = 50$ $D_v = 15 \text{ kN} \uparrow$
--	---

Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

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

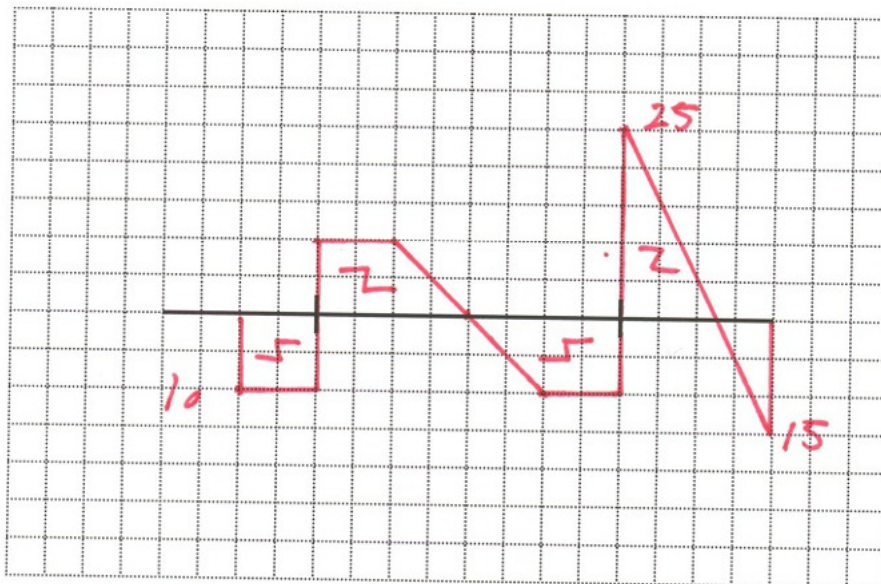
- b) Teken de momenten- en dwarskrachtenlijn en schrijf de waarden er bij. Maak gebruik van de helling van de M -lijn voor het bepalen van de V -lijn.



☐ 5 kNm

$$\frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = 20 \text{ kNm}$$

M -lijn in kNm



☐ 5 kN

V -lijn in kN

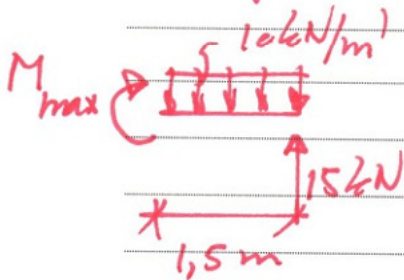
Voor vervolg opgave 4 zie volgend blad ►

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

c) Bepaal het maximum veldmoment in de constructie en geef aan waar dit optreedt.

max veldmoment op CD

vanaf de rechter oplegging op afstand $\frac{15}{10} = 1,5 \text{ m}$



$$\sum T / \text{snede} = 0$$

$$M_{\max} + 10 \cdot 1,5 \cdot \frac{1,5}{2} - 15 \cdot 1,5 = 0$$

$$M_{\max} = 11,25 \text{ kNm}$$

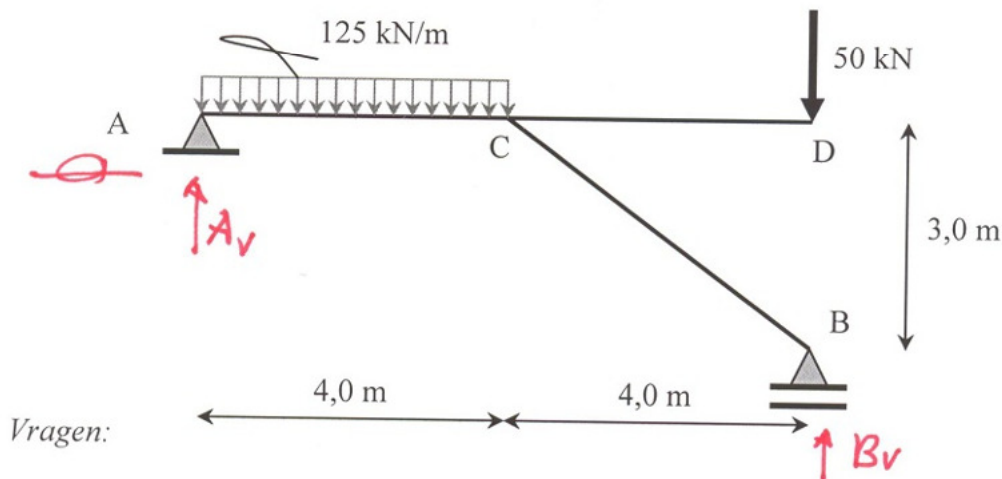
d) Bepaal het maximum steunpuntsmoment en geef aan waar dit optreedt.

grootste steunpuntsmoment in B en C : 20 kNm.

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

Opgave 5 (ongeveer 40 minuten)

De hieronder weergegeven constructie heeft een scharnierende ondersteuning in A en een horizontale roloplegging in B. In D wordt de constructie verticaal belast met een puntlast van 50 kN en over het deel AC werkt een gelijkmatig verdeelde belasting van 125 kN/m. In C zit een starre verbinding tussen de staafdelen AC, CD en CB. De afmetingen kunnen uit de figuur worden afgelezen.



- a) Bepaal alle oplegreacties. Teken deze in de bovenstaande figuur zoals ze op de constructie werken en schrijf hun waarden er bij.

$$\text{van } B_v; \sum T/A = 0 \quad 4 \cdot 125 \cdot 2 + 50 \cdot 8 - B_v \cdot 8 = 0$$

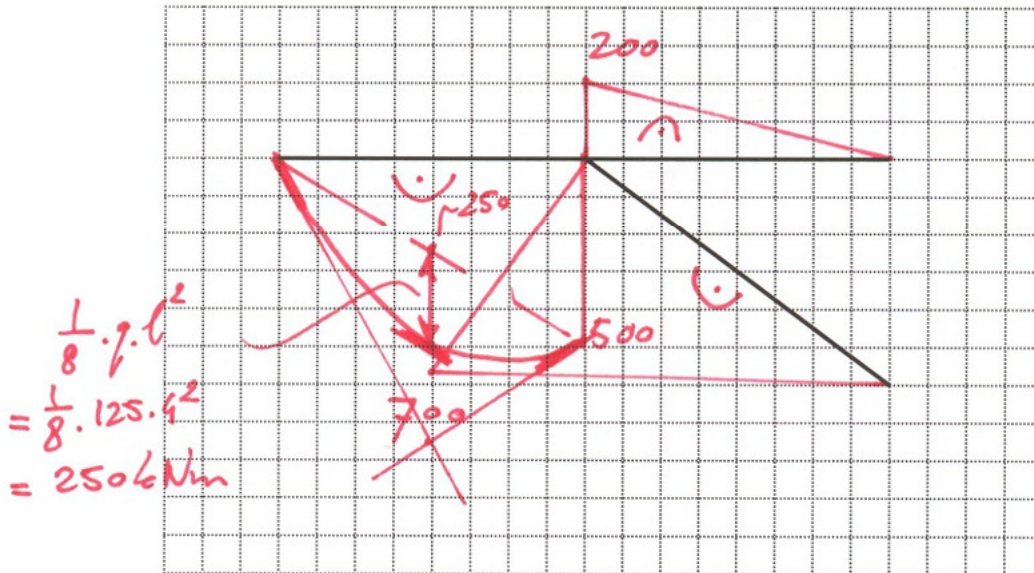
$$B_v = 175 \text{ kN} \uparrow$$

$$\sum F_v = 0 \quad A_v + B_v - 4 \cdot 125 - 50 = 0$$

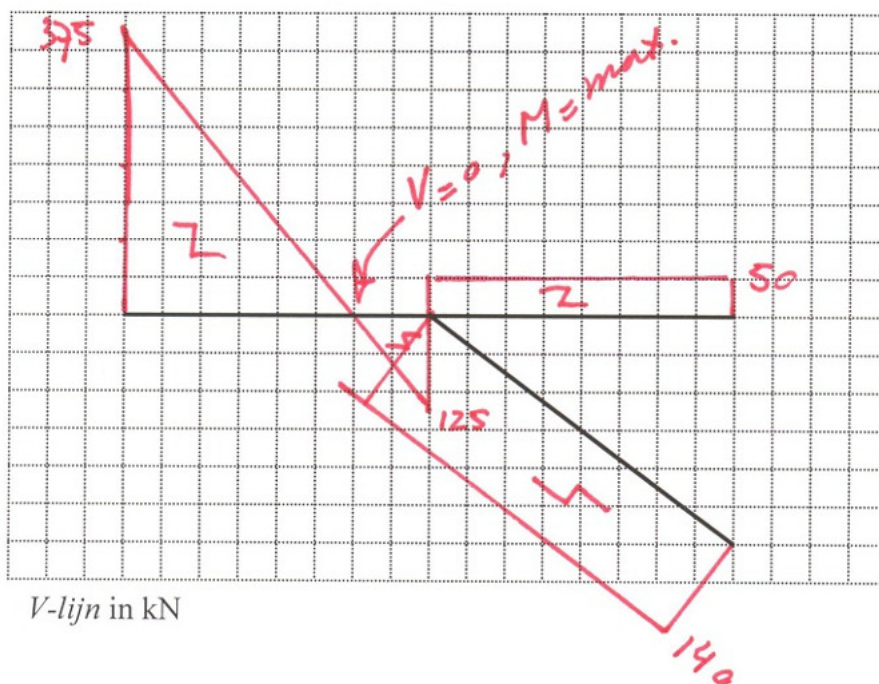
$$A_v = 375 \text{ kN} \uparrow$$

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

- b) Teken de momenten- en dwarskrachtenlijn en schrijf de waarden er bij. Maak gebruik van de helling van de M -lijn voor het bepalen van de V -lijn.



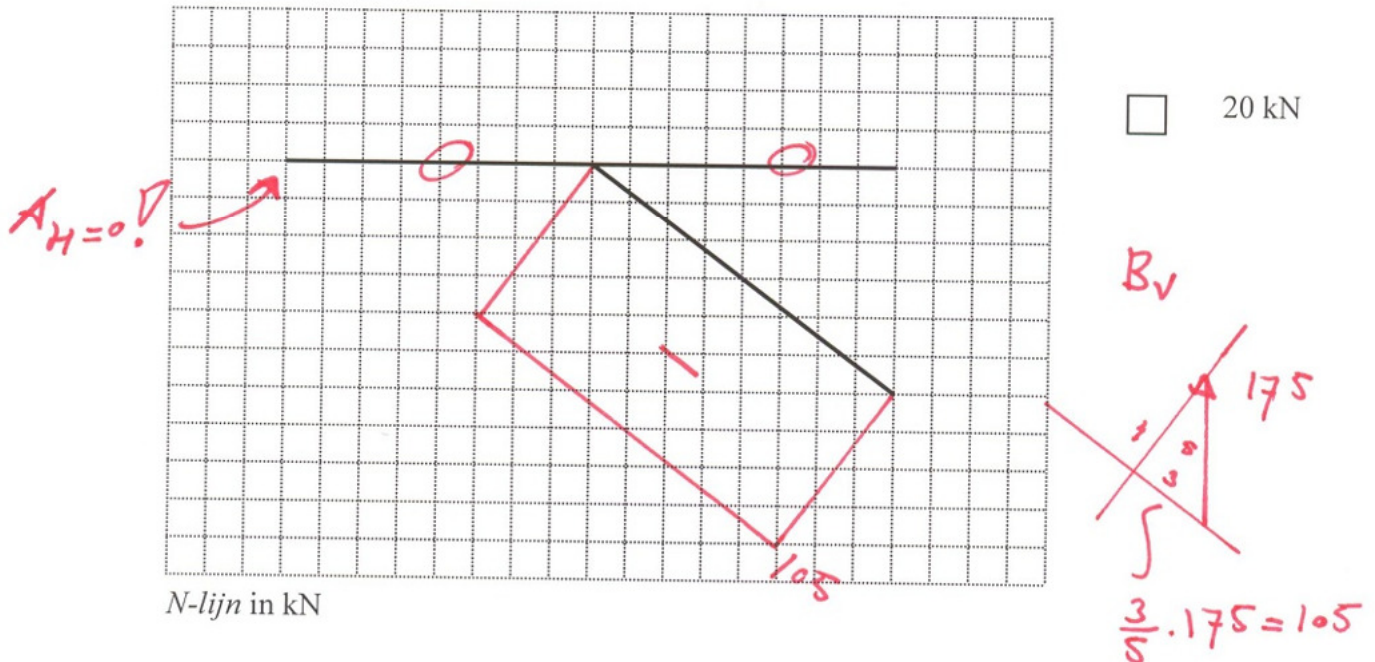
☐ 100 kNm



☐ 50 kN

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

- c) Teken de normaalkrachtenlijn schrijf de waarden er bij. Geef met het teken aan of het delen onder druk of onder trek betreft.



- d) Het buigend moment over het deel AC heeft tussen A en C een extreme waarde. Bereken de plaats van doorsnede waar dit extreem optreedt.

$$V_{max} \text{ op } x = \frac{375}{125} = 3,0 \text{ m}$$

- e) Bepaal de grootte van dit extreem en geef in een snede aan hoe dit momenten paar werkt in de snede.

