III-5-2-) Déterminons la Vitesse du Camion 2 à cet Instant.

(12)

$$\boxed{V = \frac{D}{t}}$$

A.N. $V = \frac{1131,03}{41,27}$

$\underline{\underline{V = 27,40\ m/s}}$

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix – Travail – Patrie

MINESEC / O.B.C.

PROBATOIRE DE TECHNICIEN
Session : 2019
Série : F4 – Génie Civil
Option : BA - Bâtiment
Durée : 3 Heures
Coeff. : 3
Epreuve Ecrite

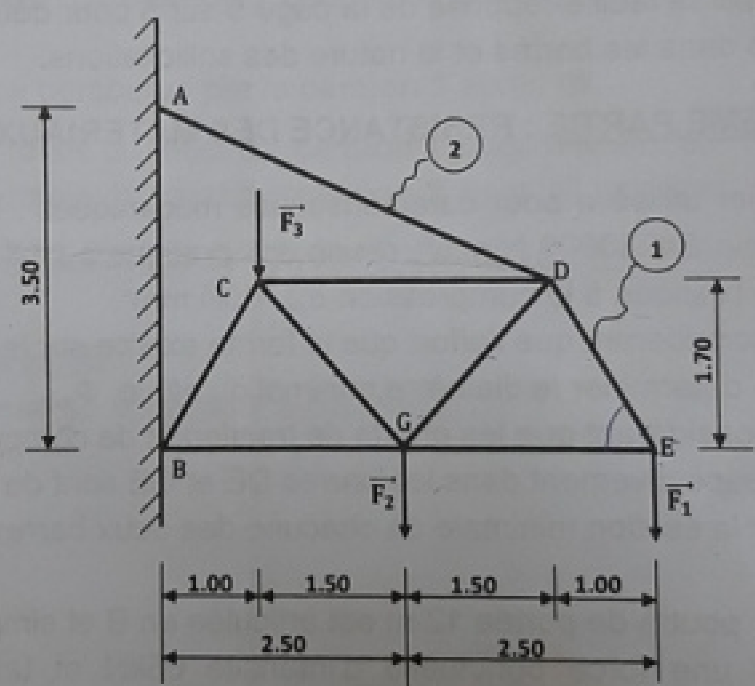
MECANIQUE APPLIQUEE

DOCUMENTS ET MOYENS DE CALCULS AUTORISES
- Aucun document en dehors de ceux remis aux candidats par les examinateurs n'est autorisé
- Les calculatrices scientifiques non programmables sont autorisées
- Nombre de parties : 03 parties indépendantes
- L'épreuve comporte 5 pages, de la page 1 sur 5 à la page 5 sur 5 et est notée sur 20.
- Le candidat n'écrira ni son nom, ni son numéro de table sur les feuilles réponses.

SUJET : ETUDE D'UN ABRI DANS UN CHANTIER

PRESENTATION

Moukan Piango
Lyvio



La conception d'un abri dans le chantier d'ENAMSON a abouti à une ossature porteuse métallique représentée par la figure ci-dessus. La ferme BCDEG 1 est articulée en B sur le mur et est retenue au-dessus par un câble DA 2 dont la section est circulaire. Le chargement est celui indiqué sur la figure 1et les forces ont pour intensités
F_1= 80000 N ; F_2= 180000 N ; F_3= 100000 N. Les barres de la ferme sont des cornières à ailes égales. Le poids propre des barres et du câble est négligé.

I-PREMIERE PARTIE : STATIQUE / 8 Points

I-1- STATIQUE ANALYTIQUE

I-1-1 Isoler le câble DA et représenter toutes les forces y appliquées. **0,5pt**

I-1-2 Déterminer l'angle au sommet du triangle de la ferme en E et l'angle entre la ferme et le câble. **0,5pt x 2 = 1pt**

I-1-3- Isoler la ferme et déterminer les caractéristiques des efforts en B et en D. **0,75pt x 2 = 1,5pt**

I-1.4 Par la méthode des coupures, déterminer les efforts et la nature des sollicitations dans les barres DE et GE. **0,75pt = 1,5pt**

I-2- STATIQUE GRAPHIQUE

I-2-1 Sur la feuille-réponse de la page 4 sur 5, construire l'épure de Cremona en respectant le sens de parcours imposé, le repérage des zones, les efforts de la figure et le point α imposé dans l'épure. **Echelle des forces : 1mm pour 2500 N** **2pts**

I-2-2 Remplir la feuille-réponse de la page 5 sur 5 pour déterminer les intensités des efforts dans les barres et la nature des sollicitations. **1,5pt**

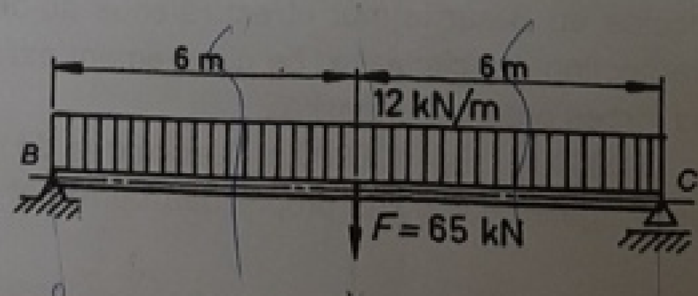
II-DEUXIEME PARTIE : RESISTANCE DES MATERIAUX / 8 Points

II-1 L'acier utilisé a pour caractéristiques mécaniques : Module de déformation longitudinale E=210000 N/mm^2, résistance pratique à l'extension σ_{pe}=150N/mm^2 ; résistance pratique à la compression σ_{pc}=60N/mm^2.

II-1-1 En considérant que l'effort que la ferme exerce sur le câble en D est de 300000 N, déterminer le diamètre minimal du câble, Φ_{min}. **1pt**

II-1-2 En considérant que les efforts de traction et de compression en valeur absolue, respectivement dans les barres DE et GE sont de 93000 N et 47200 N, déterminer la section minimale de chacune des deux barres. **1,5pt x 2 = 3pts**

II- 2 Une poutre de portée 12 m est articulée en B et simplement appuyée en C. Elle reçoit une force ponctuelle d'intensité 65kN et une force uniformément répartie de taux 12kN/m. le dessin ci-dessous représente le chargement de la poutre.



II-2-1 Déterminer les réactions aux appuis R_B en B et R_C en C. **1pt**

II-2-2 Déterminer les expressions des efforts internes $T(x)$ et $M_f(x)$ le long de la poutre. **1,5pt**

II-2-3 Tracer sur la feuille réponse de la page 5 sur 5 les diagrammes de $T(x)$ et $M_f(x)$. **1,5pt**

III-<u>TROISIEME PARTIE</u> : CINEMATIQUE DU POINT **/4 Points**

Deux camions partent d'un même point A d'un dépôt l'un après l'autre et parcourent dans le même sens, une trajectoire linéaire les menant vers le chantier d'ENAMSON situé à 1200 m.

Le **camion 1** démarre 20 secondes avant le **camion 2** et atteint une vitesse de 25 m/s après 8 s et continue le trajet avec une vitesse constante. Le **camion 2** démarre avec une accélération de 5 m/s² jusqu'à l'arrivée.

III-1 Déterminer l'accélération du **camion 1** pendant la phase de démarrage. **0,25pt**

III-2 Déterminer la distance parcourue par le **camion 1** après 8s. **0,5pt**

III-3 Déterminer la durée totale du trajet du **camion 1** jusqu'à la station. **1pt**

III-4 Déterminer la durée totale du trajet du **camion 2** jusqu'à la station. **0,5pt**

III-5 Le **camion 2** a rattrapé le **camion 1** à une distance Δd de la station.
Déterminer :

- III-5-1 La distance Δd **1,25pt**
- III-5-2 La vitesse du **camion 2** à cet instant **0,5pt**

Correction du Probatoire F4-BA 2019

Mécanique Appliquée

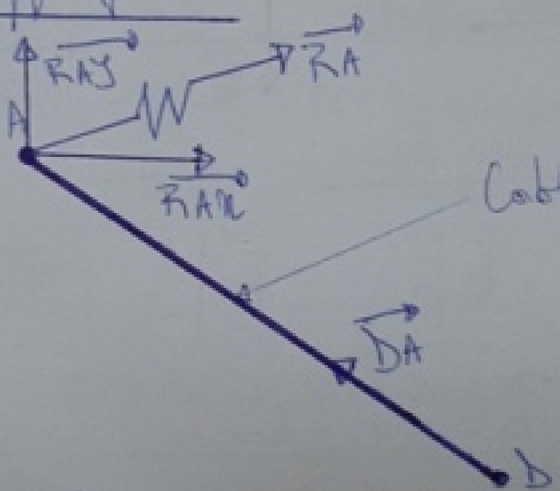
1

Mr NOUKAM LIVIO

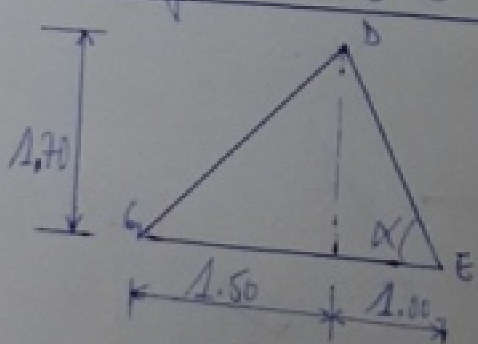
I-) Première Partie: Statique:

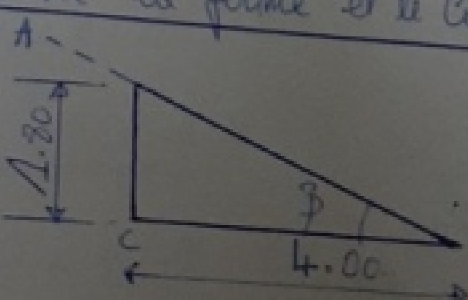
I-1-) Statique Analytique:

I-1-1-) Isolons le Cable DA et Représentons toutes les forces y appliqués:



I-1-2-) Déterminons l'angle au sommet du triangle de la ferme en E (α) et l'angle entre la ferme et le Câble (β):





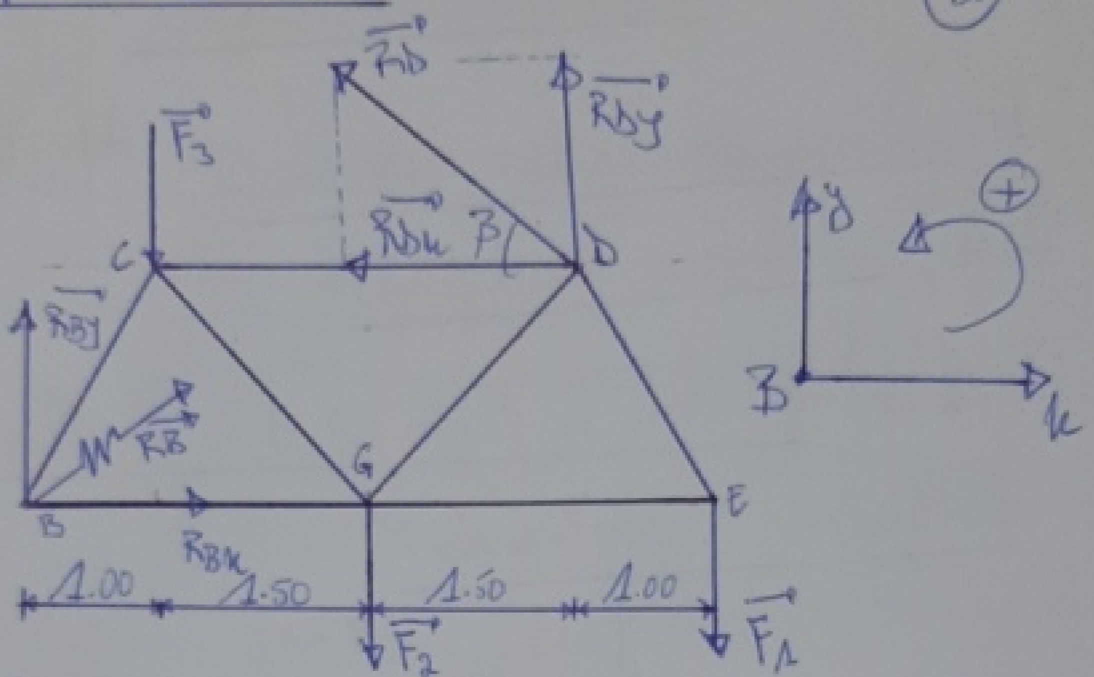
$tg\,\alpha = \frac{1,70}{1,00} = 1,70 \Rightarrow \boxed{\alpha = 59,53°}$

$tg\,\beta = \frac{1,80}{4,00} = 0,45$

$\boxed{\beta = 24,22°}$

I-1-3) Isolons la ferme et déterminons les caractéristiques des efforts en B et en D:

(2)



* **Bilan des forces:**

$\vec{F_1}\begin{vmatrix}0\\-F_1\end{vmatrix}$; $\vec{F_2}\begin{vmatrix}0\\-F_2\end{vmatrix}$; $\vec{F_3}\begin{vmatrix}0\\-F_3\end{vmatrix}$; $\vec{R_B}\begin{vmatrix}R_{Bx}\\R_{By}\end{vmatrix}$; $R_D\begin{vmatrix}-R_D\cos\beta\\R_D\sin\beta\end{vmatrix}$

avec $\beta = 24,22°$

* **Projections:**

Proj/Bx: $R_{Bx} - R_D \cos 24,22° = 0$

$\Leftrightarrow \underline{\underline{R_{Bx} = R_D \cos 24,22°}}$ (1)

Proj/By: $R_{By} - F_1 - F_2 - F_3 + R_D \sin 24,22° = 0$

$\underline{\underline{R_{By} = F_1 + F_2 + F_3 - R_D \sin 24,22°}}$ (2)

$\sum \overrightarrow{M_{/B} F_{ext}} = \vec{0} \Leftrightarrow \overrightarrow{M_{/B} R_B} + \overrightarrow{M_{B} F_1} + \overrightarrow{M_{/B} F_2} + \overrightarrow{M_{/B} F_3} + \overrightarrow{M_{/B} R_{Bx}} + \overrightarrow{M_{/B} R_{By}} = \vec{0}$

$\Leftrightarrow 0 - 5F_1 - 2{,}5F_2 - F_3 + 0 + 4R_{Dy} = 0$ ③

Bras de levier par rapport à B					
R_B	F_1	F_2	F_3	R_{Dx}	R_{Dy}
0	5	2,5	1	0	4

$\Leftrightarrow R_{Dy} = \dfrac{5F_1 + 2{,}5F_2 + F_3}{4}$

$\Leftrightarrow R_{Dy} = \dfrac{5 \times 80.000 + 2{,}5 \times 180.000 + 100\,000}{4}$ 7

$\underline{\underline{R_{Dy} = 237.500\ N}}$

or $\begin{cases} R_{Dy} = R_D \sin 24{,}22° \\ \text{et} \\ R_{Dx} = R_D \cos 24{,}22° \end{cases}$ $\Leftrightarrow R_D = \dfrac{R_{Dy}}{\sin 24{,}22°} = \dfrac{237.500}{\sin 24{,}22°}$

$\boxed{R_D = 578.927{,}43N}$ ③

③ dans ② $\Leftrightarrow R_{By} = F_1 + F_2 + F_3 - R_D \sin 24{,}22°$

$= 80.000 + 180.000 + 100.000 - 578.927{,}43 \sin 24{,}22°$

$\boxed{R_{By} = 122.500{,}0013N}$

$R_{Bx} = R_D \cos 24{,}22° = 578.927{,}43 \cos 24{,}22°$

$\boxed{R_{Bx} = 527.968{,}48N}$

$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} = 541.993{,}51$

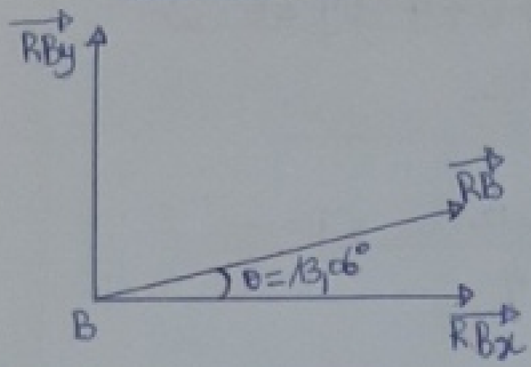
$\boxed{R_B = 541.993{,}51N}$

d'où $tg\theta = \dfrac{R_{By}}{R_{Bx}}$

$= \dfrac{122.500{,}0013}{527.968{,}48}$

$tg\theta = 0{,}23$

$\boxed{\theta = 13,06°}$



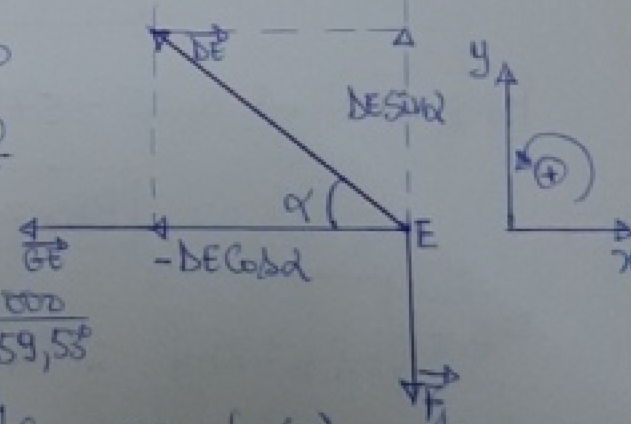
Caractéristiques des efforts en B et en D

FORCES	Point d'application	Direction	Sens	Intensité
$\overrightarrow{RB}$	B	13,06° avec l'horizontal	bas vers le haut	541.993,51N
$\overrightarrow{RD}$	D	24,22° avec l'horizontal	Haut vers le bas	578.927,43N

I-1-4-) Déterminons les efforts et la nature des sollicitations dans les barres DE et GE

$\sum Proj/ox = 0 : -GE - DE\cos\alpha = 0$

$GE = -DE\cos\alpha$ (1)



$\sum Proj/oy = 0 : DE\sin\alpha - F_1 = 0$

$DE = \frac{F_1}{\sin\alpha} = \frac{80.000}{\sin 59,53°}$

$\boxed{DE = 92.818,75N}$ Comprimée (C)

DE dans (1) $\Leftrightarrow$ $GE = -92.818,75\cos 59,53°$

$\boxed{GE = -47.067,19N}$ tendue (T)

II-) Deuxième Partie : RDM

(5)

II-1-1-) Déterminons le diamètre minimal du cable D :

$$\sigma \leq \sigma_{pe}$$

$$\frac{N}{S} \leq \sigma_{pe}$$

$$\frac{N}{\frac{\pi D^2}{4}} \leq \sigma_{pe}$$

$$\frac{N}{1} \times \frac{4}{\pi D^2} \leq \sigma_{pe}$$

$$\frac{4N}{\pi D^2} \leq \sigma_{pe}$$

$$4N \leq \pi D^2 \sigma_{pe}$$

$$\boxed{D \geq \sqrt{\frac{4N}{\pi \sigma_{pe}}}}$$

AN : $D \geq \sqrt{\dfrac{4 \times 300.000 N}{3{,}14 \times 150 N/mm^2}}$

$D \geq 50{,}47$ mm

On prend $\boxed{D = 50 mm}$

II-1-2-) Déterminons la section minimale de chacune des deux barres DE et GE :

- La barre DE : $\sigma \leq \sigma_{pe}$

$\Leftrightarrow \frac{N}{S} \leq \sigma_{pe}$

$N \leq S . \sigma_{pe}$

$S \geq \frac{N}{\sigma_{pe}}$

$S \geq \frac{93.000 N}{150 N/mm^2}$

$S \geq 620\,mm^2$ d'où $\boxed{S = 620\,mm^2}$ 6

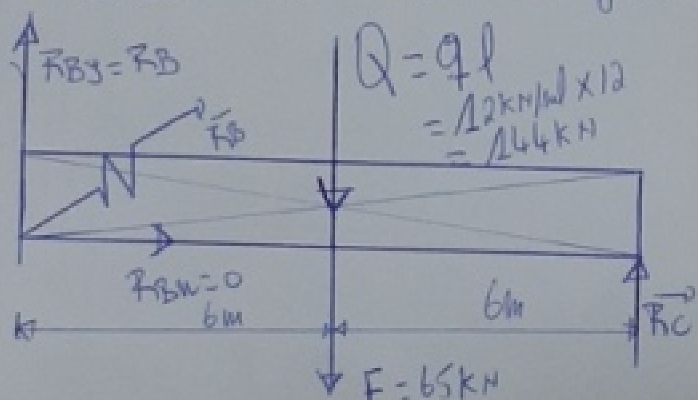
- La barre GE :

$$S \geq \frac{N}{\overline{\sigma}_{pe}} \Leftrightarrow \frac{47.200\,N}{60\,N/mm^2}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{S \geq 786,66\,mm^2}$$

II-2-1) Déterminons les réactions aux appuis R_B en B et R_C en C :

Pour des raisons de symétrie $R_B = R_C = \frac{\sum F}{2}$



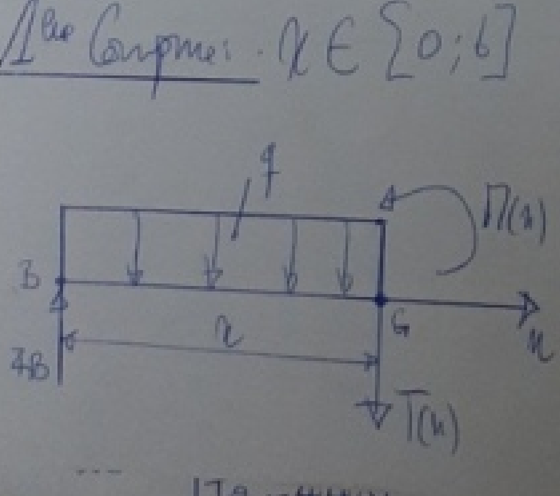
$$= \frac{F + Q}{2}$$

$$= \frac{65 + 144}{2}$$

$$\boxed{R_B = R_C = 104,5\,kN}$$

II-2-2) Déterminons les expressions des efforts internes $T(x)$ et $M(x)$ le long de la poutre :

1ère coupure : $x \in [0 ; 6]$



$T(x) - R_B + qx = 0$

$T(x) = -qx + R_B$

$T(x) = -12x + 104,5$

$M(x) - R_B x + \frac{q}{2}x^2 = 0$

$M(x) = R_B x - \frac{qx^2}{2}$

$M(x) = 104,5x - \frac{12}{2}x^2$

$\boxed{M(x) = -6x^2 + 104,5x}$

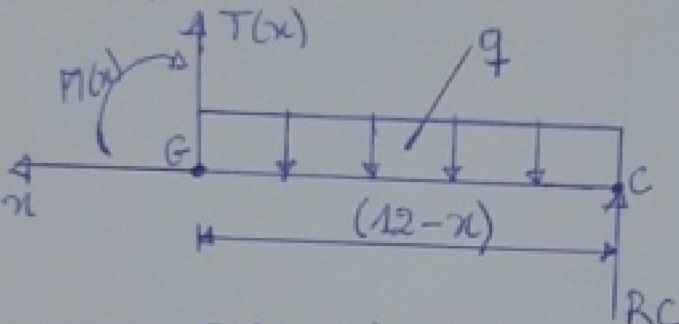
$|12 - 44,5|$

Tableau des valeurs :

(7)

x	0	6	U
$T(x)$	104,5	32,5	KN
$M(x)$	0	411	KN.m

$2^{ème}$ Coupure $x \in [6;12]$



$T(x) + R_C - q(12-x) = 0$

$T(x) = q(12-x) - R_C$

$\underline{\underline{T(x) = 12(12-x) - 104{,}5}}$

$M(x) + q(12-x)\left(\frac{12-x}{2}\right) - R_C(12-x) = 0$

$M(x) = -\frac{q}{2}(12-x)^2 + R_C(12-x)$

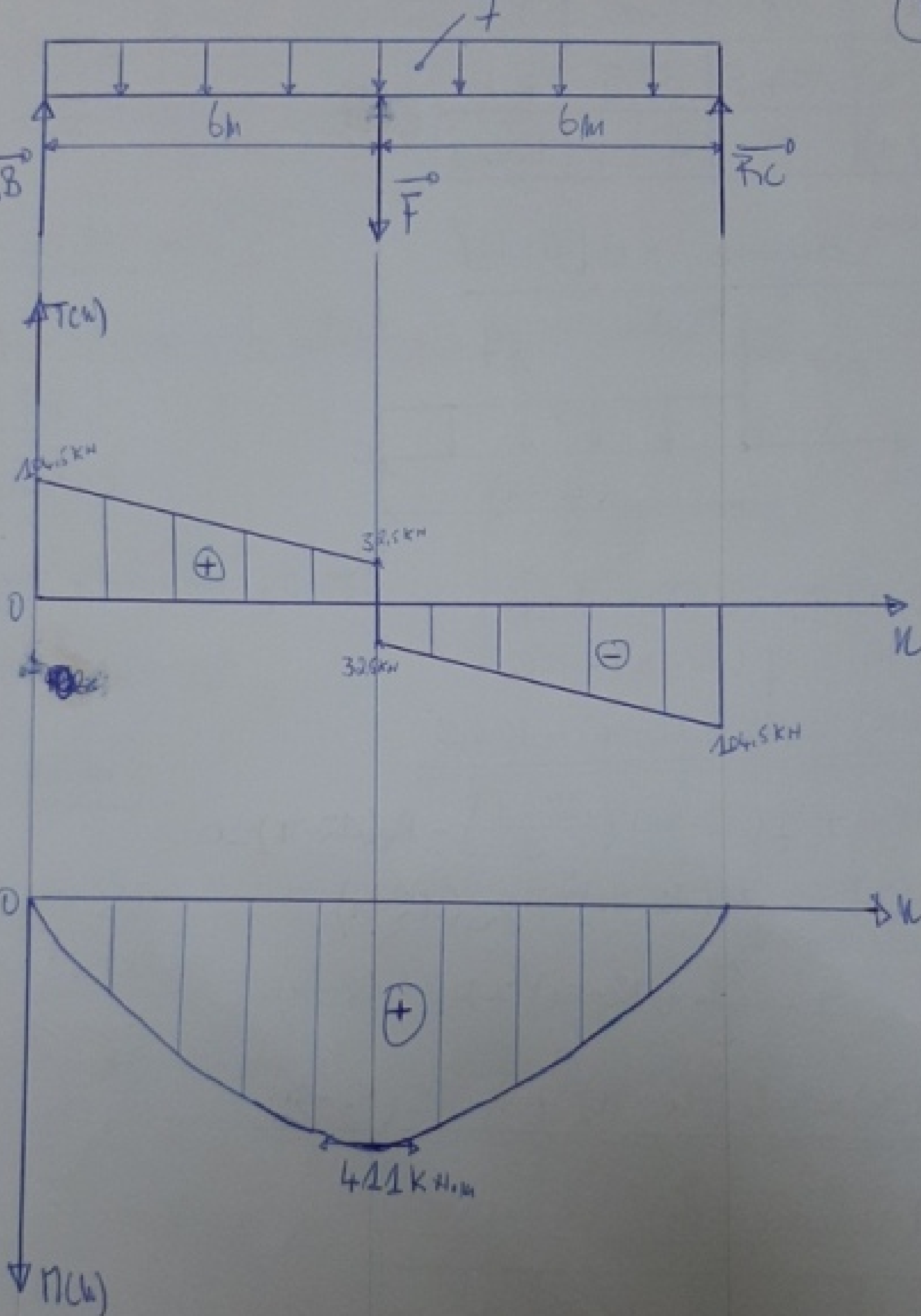
$= -\frac{12}{2}(12-x)^2 + R_C(12-x)$

$\underline{\underline{M(x) = -6(12-x)^2 + 104{,}5(12-x)}}$

Tableau des Valeurs

x	6	12	U
$T(x)$	-32,5	-104,5	KN
$M(x)$	411	0	KN.m

II- 2-3-) traçons les diagramme de T(x) et M(x)



III-TROISIEME PARTIE : CINEMATIQUE DU POINT

III-1-) Déterminons l'accélération du "Camion 1" pendant la phase de démarrage:

$$a = \frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{V_f} - \overrightarrow{V_i}}{\Delta t_f - \Delta t_i} = \frac{25-0}{8-0} = \frac{25}{8}$$

$$\boxed{a = 3,125\ m/s^2}$$

III-2-) Déterminons la distance parcourue par le "Camion 1" après 8s

1ère méthode

$$x = \frac{1}{2}at^2 + \cancel{v_0 t}^{0} + \cancel{x_0}^{0} \ ; \ t = 8s$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} \times 3,125 \times 8^2$$

$$\Rightarrow \boxed{x = 100\ m}$$

2ème méthode

$$V_f^2 - \cancel{V_i^2}^{0} = 2a(x - \cancel{x_0}^{0})$$

$$V_f^2 = 2ax$$

$$x = \frac{V_f^2}{2a} = \frac{25^2}{2 \times 3,125}$$

$$\boxed{x = 100\ m}$$

III-3-) Déterminons la durée totale du trajet du "Camion 1" jusqu'à la station:

1ère Phase: Phase de démarrage (MRUV)

$t_1 = 8s$ et $x_1 = 100\ m$

2ème Phase: (MRU)

$$x = V_0 t_2 + x_0 \ ; \ x_0 = 100m$$

$$\Leftrightarrow t_2 = \frac{x - x_0}{V_0} = \frac{1200 - 100}{25}$$

$$t_2 = \frac{1100}{25}$$

$$\boxed{t_2 = 44s}$$

$$\boxed{T = t_1 + t_2}$$ AN.

$$T = 8s + 44s$$

$$T = 52s$$

III-4-) **Déterminons la durée totale du "camion 2" jusqu'à la station: (T)**

1ère méthode: Le camion 2 effectue un MRUV son équation horaire est donc:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + \cancel{v_0 t}^{\,0} + \cancel{x_0}^{\,0}$$

$$t = \sqrt{\frac{2x}{a}} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \times 1200}{5}}$$

$$\boxed{t = 21,90\,s}$$

L'origine des temps est le moment où le camion 1 démarre et on sait que le camion 2 part 20 s après le camion 1.

d'où $\boxed{T = t + 20\,s} \Rightarrow T = 21,90\,s + 20\,s$

$$T = 41,90\,s$$

2ème méthode:

$$x = \frac{1}{2}a(t-20)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 5(t-20)^2$$

$$= 2,5(t^2 - 40t + 400)$$

$$x = 2,5t^2 - 100t + 1000$$

$$1200 = 2,5t^2 - 100t + 1000$$

$$2,5t^2 - 100t - 200 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$\Rightarrow \Delta = (-100)^2 - 4 \times 2,5 \times -200$$

$$\Delta = 12000 \; ; \; \sqrt{\Delta} = 109,5$$

$$\begin{cases} t_1 = \dfrac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a} = \dfrac{-(-100) - 109,5}{2 \times 2,5} = -1,9\,s \\[2ex] t_2 = \dfrac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a} = \dfrac{-(-100) + 109,5}{2 \times 2,5} = 41,9\,s \end{cases}$$

On prend $\boxed{T = t_2 = 41,9\,s}$

III-5-1) Déterminons la distance de rencontre des deux camions : (D_R)

(11)

* Déterminons tout d'abord le temps de rencontre (T_R)

- Equations horaires des deux camions :

$x_1 = V_0 t + x_0$ et $x_2 = \frac{1}{2}a(t-20)^2$

$x_1 = 25t + 100m$

$x_2 = 2,5t - 100t + 1000$

- Les deux camions vont se rencontrer lorsqu'il auront effectués le même déplacement d'où $x_1 = x_2$

$\Leftrightarrow 25t + 100 = 2,5t^2 - 100t + 1000$

$\Leftrightarrow 2,5t^2 - 125t + 900 = 0$

- La résolution de l'équation du second dégré $2,5t^2 - 125t + 900 = 0$ donne l'instant de rencontre des deux camions.

$\Delta = (-125)^2 - 4(2,5)(900)$

$\Delta = 6625$; $\sqrt{\Delta} = 81,39$

$t_1 = \frac{-(-125) - 81,39}{2 \times 2,5} = 8,72s$

$t_2 = \frac{-(-125) + 81,39}{2 \times 2,5} = 41,27s$

soit $\boxed{T = t_2 = 41,27s}$ ce qui signifie que les deux camions vont se rencontrer 41,27s après le départ du camion 1 d'où la distance de rencontre D_R est :

$D_R = 25(41,27) + 100$ avec $x_1 = V_0 t + x_0$

$D_R = 2,5(41,27 - 20)^2$ avec $x_2 = \frac{1}{2}a(t-20)^2$

$\boxed{D_R = 1131,75m}$

$\boxed{D_R = 1131,03m}$