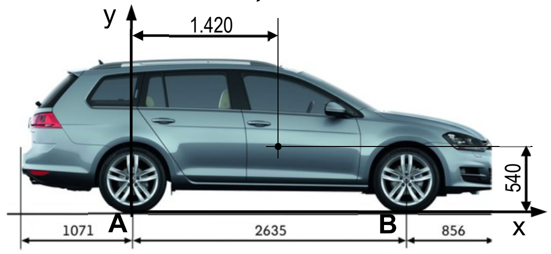
Tous les problèmes sont plans. Les masses non précisées sont négligées. Pesanteur g=9.81 m.s^{-2}
Pour chaque véhicule isolé, faire le Bilan des Actions Mécaniques extérieures (B.A.M.E.) et appliquer les deux théorèmes du P.F.S.

Exercice 1 : 3 forces, 2 inconnues



La masse de cette golf SW est de 1297 kg.

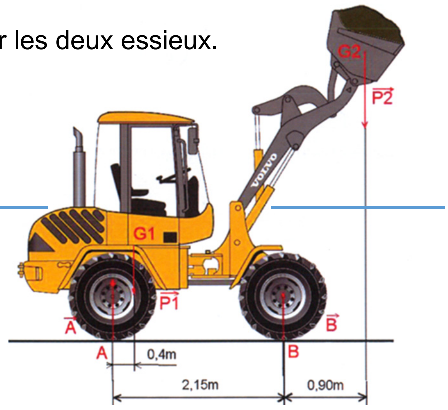
⇨ Représenter les A.M.E. sur la figure.

⇨ Déterminer les actions du sol sur les deux essieux. (méthode scalaire et vectorielle)

Exercice 2 : 4 forces, 2 inconnues

Les masses m_1 et m_2 du chargeur sur pneu (1) et de son godet (2) sont respectivement de 5.402 et 1.000 kg.

⇨ Déterminer les actions du sol sur les deux essieux.

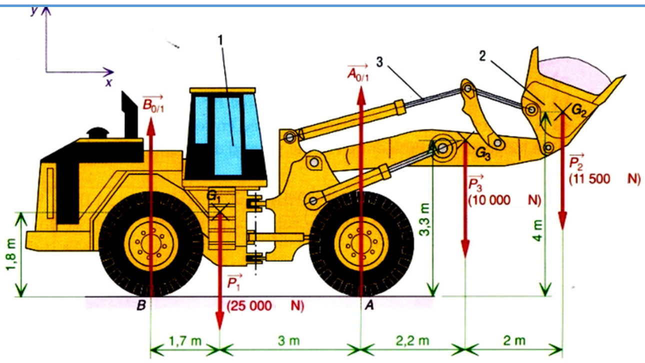


Exercice 3 : 5 forces, 2 inconnues

Le tractopelle ci-contre est composé d'un tracteur (1), de son godet (2) et d'une fourche (3) dont les poids respectifs sont indiqués.

1) Déterminer les actions du sol sur les deux essieux.

2) A partir des équations obtenues, déterminer la masse m_{2b}, masse critique à partir de laquelle le chargeur va basculer vers l'avant (que se passe-t-il en B ?).

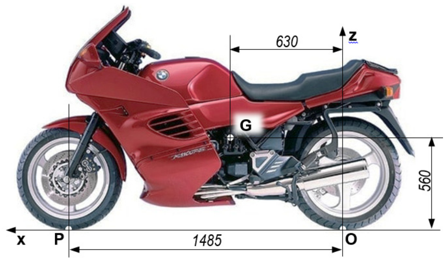


Exercice 4 : 3 forces, 1 inconnue, autre repère

La masse de cette BMW 1100 R est de 282 kg.

⇨ Représenter les A.M.E. sur la figure.

⇨ Déterminer les actions du sol sur les deux roues. (méthode scalaire et vectorielle)

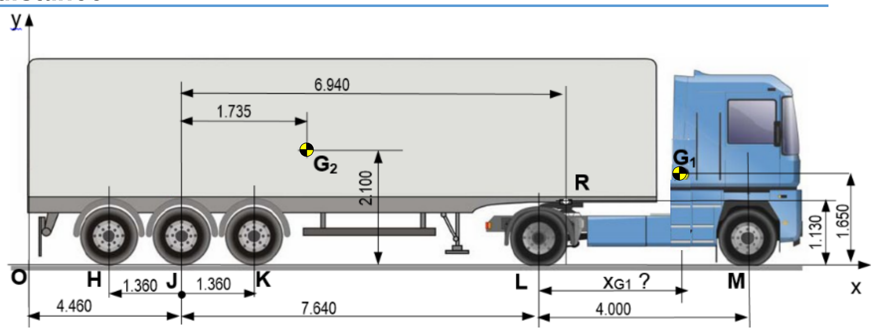


Exercice 5 : 4 ou 5 forces, 2 inconnues dont une distance

Le semi-remorque ci-contre est composé d'un tracteur (1) et d'une remorque (2) dont les poids respectifs sont :

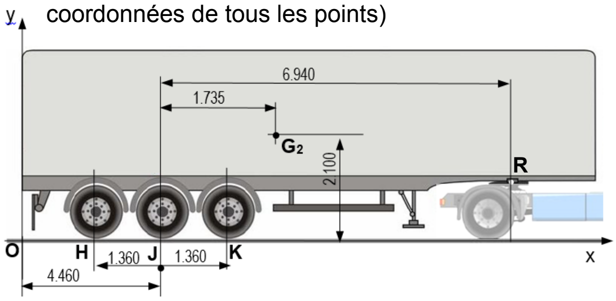
- *P_1= 72.000 N*
- *P_2= 144.000 N.*

⇨ Les actions du sol (0) en H, J et K sont égales.
⇨ La charge sur l'essieu avant en M représente 17% du poids total du semi-remorque ($P = P_1+P_2$).

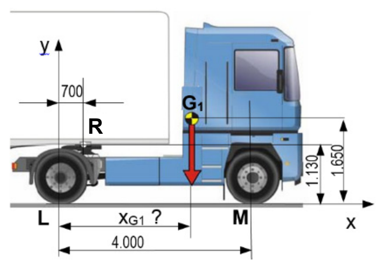


Isoler (2) et déterminer l'action en H, J, K du sol et l'action en R du tracteur (1).

- Méthode 1 : Moments scalaires
- Méthode 3 : Moments vectoriels (écrire au préalable les coordonnées de tous les points)



Isoler (1) et déterminer x_{G1}, la position du centre de gravité du tracteur (1) ainsi que l'action du sol en L.



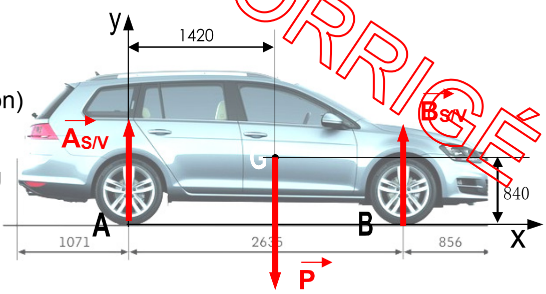
Isoler (1+2) : vérifier l'équilibre et déterminer en pourcentage du pois total les réactions aux essieux.

CORRIGE

Tous les problèmes sont plans. Les masses non précisées sont négligées. Pesanteur $g=9.81\ m.s^{-2}$
Pour chaque véhicule isolé, faire le Bilan des Actions Mécaniques extérieures (B.A.M.E.) et appliquer les deux théorèmes du P.F.S.

Exercice 1 : 3 forces, 2 inconnues

⇨ Déterminer les actions du sol sur les deux essieux. (méthode scalaire et vectorielle)
Les 5 étapes de résolution d'un problème de statique (voir cours : méthode de résolution)



Masse : m = 1297 kg

1) On isole le véhicule (V) :
2) On fait le B.A.M.E. (Bilan des Actions Mécaniques Extérieures)

$$\vec{P} = \left|\begin{matrix}0\\-m.g\\0\end{matrix}\right. \qquad \vec{A}_{S/V} = \left|\begin{matrix}0\\Y_A\\0\end{matrix}\right. \qquad \vec{B}_{S/V} = \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right.$$

3) Résolvabiblité : Ne = 2 ($R_{ext/V}.y = 0$ et $M_{A(ext/V)}.z=0$) et Ni = 2 (Y_A et Y_B)
donc Ni ≤ Ne, résolution possible

4) P.F.S. (Principe Fondamental de la Statique) :

4.1. Théorème de la Résultante :

$$\vec{R}_{ext/V} = \vec{P} + \vec{A}_{S/V} + \vec{B}_{S/V} = \vec{0} \text{ soit : } \vec{R}_{ext/V} = \left|\begin{matrix}0\\-m.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_A\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right.$$

Equation d'équilibre n°1 :
Théorème de la Résultante en projection sur l'axe y :

$$\vec{R}_{ext/V} = \left|\begin{matrix}0\\-m.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_A\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right. \quad \textbf{(1)}$$

4.2. Théorème du Moment en A

Moment scalaire (méthode 1)

Equation d'équilibre n°2 :
Théorème du Moment Résultant en projection sur l'axe z :

$$M_{A(ext/V)} = M_A(\vec{P}) + M_A(\vec{A}_{S/V}) + M_A(\vec{B}_{S/V}) = 0 \text{ soit : } M_{A(ext/V)} = -\ 1420 . m . g + 0 + 2635 . Y_B = 0 \quad \textbf{(2)}$$

Vecteur Moment (méthode 3)

$$\vec{M}_{A(ext/V)} = \vec{M}_A(\vec{P}) + \vec{M}_A(\vec{A}_{S/V}) + \vec{M}_A(\vec{B}_{S/V}) = \vec{0} \text{ soit : } \qquad \vec{M}_{A(ext/V)} = \vec{AG} \wedge \vec{P} + \vec{0} + \vec{AB} \wedge \vec{B}_{S/V} = \vec{0}$$

$$\vec{M}_{A(ext/V)} = \left|\begin{matrix}1420\\840\\0\end{matrix}\right. \wedge \left|\begin{matrix}0\\-m.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}2635\\0\\0\end{matrix}\right. \wedge \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right. \qquad \vec{M}_{A(ext/V)} = \left|\begin{matrix}0\\0\\-1420.m.g\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\0\\+2635 . Y_B\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right.$$

On retrouve bien l'Equation d'équilibre n°2 :
Théorème du Moment Résultant en projection sur l'axe z

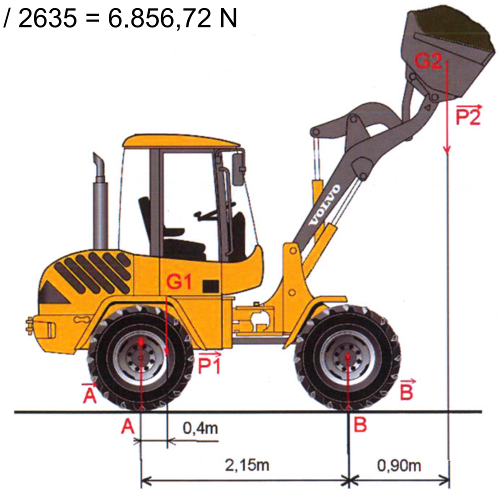
5) Résolution (du système d'équations d'équilibre) :

L'équation n°2 est : $-\ 1420 . m . g + 0 + 2635 . Y_B = 0$; il vient $Y_B = + (1420 . m . g) / 2635 = 6.856,72$ N

l'équation (1) est : $-\ m . g + Y_A + Y_B = 0$ soit, $Y_A = m . g - Y_B$
On remplace Y_B par sa valeur et il vient : $Y_A = 1.297 . 9,81 - 6856,72 = 5.866,84$ N

6) Résultats : $\|\vec{A}_{S/V}\| = 5.866,84$ N $\qquad \|\vec{B}_{S/V}\| = 6.856,72$ N

Exercice 2 : 4 forces, 2 inconnues



m_1 = 5.402 kg, m_2 = 1.000 kg. ⇨ Déterminer les actions du sol sur les deux essieux.

1) On isole le véhicule (V) :
2) On fait le B.A.M.E. (Bilan des Actions Mécaniques Extérieures)

$$\vec{P}_1 = \left|\begin{matrix}0\\-m_1.g\\0\end{matrix}\right. \qquad \vec{P}_2 = \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. \qquad \vec{A}_{S/V} = \left|\begin{matrix}0\\Y_A\\0\end{matrix}\right. \qquad \vec{B}_{S/V} = \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right.$$

3) Résolvabiblité : Ne = 2 ($R_{ext/V}.y = 0$ et $M_{A(ext/V)}.z=0$) et Ni = 2 (Y_A et Y_B)
donc Ni ≤ Ne, résolution possible

4) P.F.S. (Principe Fondamental de la Statique) :

4.1. Théorème de la Résultante :

$$\vec{R}_{ext/V} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{A}_{S/V} + \vec{B}_{S/V} = \vec{0} \text{ soit : } \vec{R}_{ext/V} = \left|\begin{matrix}0\\-m_1.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_A\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right.$$

Equation d'équilibre n°1 :
Théorème de la Résultante en projection sur l'axe y :

$$\vec{R}_{ext/V} = \left|\begin{matrix}0\\-m_1.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_A\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right. \quad \textbf{(1)}$$

4.2. Théorème du Moment en A

Moment scalaire (méthode 1)

Equation d'équilibre n°2 :
Théorème du Moment Résultant en projection sur l'axe z :

$$M_{A(ext/V)} = M_A(\vec{P}_1) + M_A(\vec{P}_2) + M_A(\vec{A}_{S/V}) + M_A(\vec{B}_{S/V}) = 0 \text{ soit : } M_{A(ext/V)} = -\ 0,4 . m_1 . g - 3,05 . m_2 . g + 0 + 2,15 . Y_B = 0 \quad \textbf{(2)}$$

Vecteur Moment (méthode 3)

$$\vec{M}_{A(ext/V)} = \vec{M}_A(\vec{P}_1) + \vec{M}_A(\vec{P}_2) + \vec{M}_A(\vec{A}_{S/V}) + \vec{M}_A(\vec{B}_{S/V}) = \vec{0} \text{ soit : } \vec{M}_{A(ext/V)} = \vec{AG}_1 \wedge \vec{P}_1 + \vec{AG}_2 \wedge \vec{P}_2 + \vec{0} + \vec{AB} \wedge \vec{B}_{S/V} = \vec{0}$$

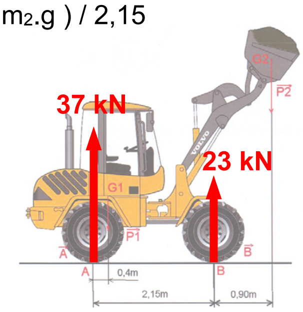
$$\vec{M}_{A(ext/V)} = \left|\begin{matrix}0,4\\y_{G1}\ ?\\0\end{matrix}\right. \wedge \left|\begin{matrix}0\\-m_1.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0,4\\y_{G2}\ ?\\0\end{matrix}\right. \wedge \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}2,15\\0\\0\end{matrix}\right. \wedge \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right. \qquad \vec{M}_{A(ext/V)} = \left|\begin{matrix}0\\0\\-0,4.m_1.g\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\0\\-3,05 . m_2.g\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\0\\+2,15 . Y_B\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right.$$

On retrouve bien l'Equation d'équilibre n°2 :
Théorème du Moment Résultant en projection sur l'axe z

5) Résolution (du système d'équations d'équilibre) :

L'équation n°2 est : $-\ 0,4 . m_1 . g - 3,05 . m_2.g + 0 + 2,15 . Y_B = 0$; il vient $Y_B = + (0,4 . m_1 . g + 3,05 . m_2.g) / 2,15$
Soit : $Y_B = + (0,4 . 5.402 . 9,81 + 3,05 . 1.000 . 9,81) / 2,15 = 23.776$ N

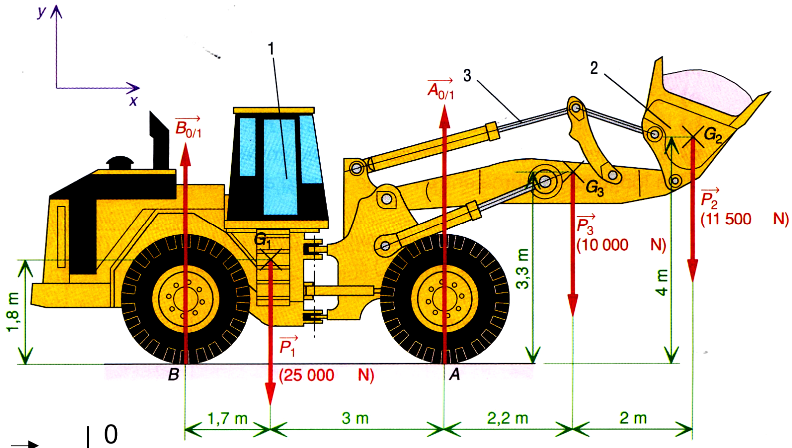
l'équation (1) est : $-\ m_1 . g - m_2 . g + Y_A + Y_B = 0$ soit, $Y_A = m_1 . g + m_2 . g - Y_B$
On remplace Y_B par sa valeur et il vient : $Y_A = 5.402 . 9,81 + 1.000 . 9,81 - 23.776 = 39.027$ N



6) Résultats : $\|\vec{A}_{S/V}\| = 39.027$ N $\qquad \|\vec{B}_{S/V}\| = 23.776$ N $\qquad$ avec $P = \|\vec{P}\| = 62.803$ N

Exercice 3 : 5 forces, 2 inconnues

Le tractopelle ci-contre est composé d'un tracteur (1), de son godet (2) et d'une fourche (3) dont les poids respectifs sont indiqués.
Déterminer les actions du sol sur les deux essieux.
m_1 = 2.500 kg, m_2 = 1.150 kg. m_3 = 1.000 kg.



CORRIGÉ

1) On isole le véhicule (V) :

2) On fait le B.A.M.E. (Bilan des Actions Mécaniques Extérieures)

$$\vec{P_1} = \left|\begin{matrix}0\\-m_1.g\\0\end{matrix}\right. \quad \vec{P_2} = \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. \quad \vec{P_3} = \left|\begin{matrix}0\\-m_3.g\\0\end{matrix}\right. \quad \vec{A_{S/V}} = \left|\begin{matrix}0\\Y_A\\0\end{matrix}\right. \quad \vec{B_{S/V}} = \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right.$$

3) Résolvabiblité : Ne = 2 ($R_{ext/V}.y = 0$ et $M_{A(ext/V)}.z=0$) et Ni = 2 (Y_A et Y_B)
donc Ni $\leq$ Ne, résolution possible

4) P.F.S. (Principe Fondamental de la Statique) :

4.1. Théorème de la Résultante :

$$\vec{R_{ext/V}} = \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + \vec{A_{S/V}} + \vec{B_{S/V}} = \vec{0} \text{ soit : } \vec{R_{ext/V}} = \left|\begin{matrix}0\\-m_1.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\-m_3.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_A\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right.$$

$$\vec{R_{ext/V}} = \left|\begin{matrix}0\\-m_1.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_A\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right.$$

Equation d'équilibre n°1 :
Théorème de la Résultante en projection sur l'axe y

4.2. Théorème du Moment en A

Moment scalaire (méthode 1)

$$M_{B(ext/v)} = M_B(\vec{P}_1) + M_B(\vec{P}_2) + M_B(\vec{P}_3) + M_B(\vec{A}_{S/V}) + M_B(\vec{B}_{S/V}) = 0$$

soit : $M_{B(ext/v)} = \boxed{- 1{,}7 . m_1 . g - 8{,}9 . m_2 . g - 6{,}9 . m_3 . g + 4{,}7 . Y_A + 0 = 0}$

Equation d'équilibre n°2 :
Théorème du Moment Résultant en projection sur l'axe z :

Vecteur Moment (méthode 3)

$$\vec{M}_{B(ext/v)} = \vec{M}_B(\vec{P}_1) + \vec{M}_B(\vec{P}_2) + \vec{M}_B(\vec{P}_3) + \vec{M}_B(\vec{A}_{S/V}) + \vec{M}_B(\vec{B}_{S/V}) = \vec{0}$$

$$\text{soit : } \vec{M_{A(ext/v)}} = \vec{BG_1} \wedge \vec{P_1} + \vec{BG_2} \wedge \vec{P_2} + \vec{BG_3} \wedge \vec{P_3} + \vec{BA} \wedge \vec{A_{S/V}} + 0 = \vec{0}$$

$$\vec{M_{A(ext/v)}} = \left|\begin{matrix}1{,}7\\y_{G1}\ ?\\0\end{matrix}\right. \wedge \left|\begin{matrix}0\\-m_1.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}8{,}9\\y_{G2}\ ?\\0\end{matrix}\right. \wedge \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}6{,}9\\y_{G2}\ ?\\0\end{matrix}\right. \left|\begin{matrix}0\\-m_2.g\\0\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}4{,}7\\0\\0\end{matrix}\right. \wedge \left|\begin{matrix}0\\Y_B\\0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right.$$

$$\vec{M_{A(ext/v)}} = \left|\begin{matrix}0\\0\\- 1{,}7.m_1.g\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\0\\- 8{,}9\ . .m_2.g\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\0\\- 6{,}9\ .m_3.g\end{matrix}\right. + \left|\begin{matrix}0\\0\\+ 4{,}7\ .\ Y_A\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}0\\0\\0\end{matrix}\right.$$

On retrouve bien l'Equation d'équilibre n°2 :
Théorème du Moment Résultant en projection sur l'axe z

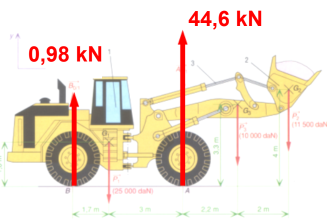
5) Résolution (du système d'équations d'équilibre) :

L'équation n°2 est : $- 1{,}7 . m_1 . g - 8{,}9 .m_2.g - 6{,}9 .m_3.g + 0 + 4{,}7 . Y_A = 0$;

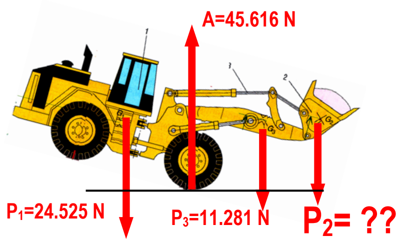
il vient $Y_A = + (1{,}7 . m_1 . g + 8{,}9 .m_2.g + 6{,}9 .m_3.g) / 4{,}7$
Soit : Y_A = + (1,7 . 2.500 . 9,81 + 8,9 .1.150 . 9,81 + 6,9 .1.000 . 9,81) / 4,7 = 44.635 N

l'équation (1) est : $- m_1 . g - m_2 . g - m_3 . g + Y_A + Y_B = 0$ soit, $Y_B = m_1 . g + m_2 . g + m_3 . g - Y_A$
On remplace Y_A par sa valeur et il vient : Y_B = 2.500 . 9,81 + 1.150 . 9,81 + 1.000 . 9,81 - 44.635 = 981 N

6) Résultats : $\boxed{\|\vec{A_{S/V}}\| = 44.635 \text{ N}}$ $\boxed{\|\vec{B_{S/V}}\| = 981 \text{ N}}$ avec P = $\|\vec{P}\|$ = 45.616 N

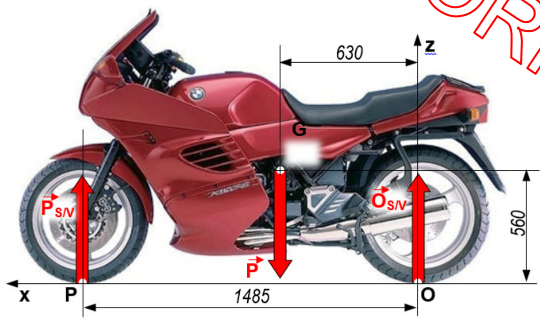


On remarque que la quasi-totalité du poids repose sur l'essieu avant ; l'essieu arrière est délesté par le moment des poids P_2 et P_3 qui ont tendance à faire basculer le tractopelle vers l'avant, dans un mouvement de rotation horaire autour du point A.
Aussi, le basculement se produisant à partir du moment où **le contact en B est rompu**, on peut déterminer le nouveau poids P'_2 du godet qui produira le basculement en posant $\mathbf{Y_B = 0}$. Soit :
Équation 1 : $P_1 + P_2 + P_3 + \mathbf{0} + Y_A = 0 \Rightarrow Y_A$ = 45.616 N
Équation 2 : $- 1{,}7 . P_1 - 8{,}9 .\mathbf{P'_2} - 6{,}9 .P_3 + 0 + 4{,}7 . Y_A = 0$
$\Rightarrow \mathbf{P'_2} = (- 1{,}7 . P_1 - 6{,}9 .P_3 + 4{,}7 . Y_A) / 8{,}9$
$\Rightarrow \mathbf{P'_2}$ = 11.799 N
Conclusion : Si la masse du godet m_2 passe de 1.150 kg à 1.180 kg, le véhicule bascule.



CORRIGÉ

Exercice 4 : 3 forces, 1 inconnue, autre repère



2) On fait le B.A.M.E. (Bilan des Actions Mécaniques Extérieures)

$\vec{P} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ -m.g \end{vmatrix} \qquad \vec{O}_{S/V} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ Z_O \end{vmatrix} \qquad \vec{P}_{S/V} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ Z_P \end{vmatrix}$

4) P.F.S. (Principe Fondamental de la Statique) :

4.1. Théorème de la Résultante en projection sur z :

$\vec{R}_{ext/V} \cdot \vec{z} = \boxed{-m.g + Z_O + Z_P = 0}$ **(1)**

4.2. Théorème du Moment en O

Moment scalaire (méthode 1)

$M_{O(ext/V)} = M_O(\vec{P}) + M_O(\vec{O}_{S/V}) + M_O(\vec{P}_{S/V}) = 0$ soit : $M_{O(ext/V)} \boxed{= +630 \cdot m \cdot g + 0 - 1485 \cdot Z_P = 0}$ **(2)**

Vecteur Moment (méthode 3)

$\vec{M}_{O(ext/V)} = \vec{M}_O(\vec{P}) + \vec{M}_O(\vec{O}_{S/V}) + \vec{M}_O(\vec{P}_{S/V}) = \vec{0}$ soit :

$\vec{M}_{O(ext/V)} = \begin{vmatrix} 630 \\ 0 \\ 560 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ -m.g \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1485 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ Z_P \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$

$\vec{M}_{O(ext/V)} = \vec{OG} \wedge \vec{P} + \vec{0} + \vec{OP} \wedge \vec{P}_{S/V} = \vec{0}$

$\vec{M}_{O(ext/V)} = \begin{vmatrix} 0 \\ +630.m.g \\ 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ -1485\, Z_P \\ 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$

On retrouve bien l'Equation d'équilibre n°2 :
Théorème du Moment Résultant en projection sur l'axe z

5) Résolution (du système d'équations d'équilibre) :

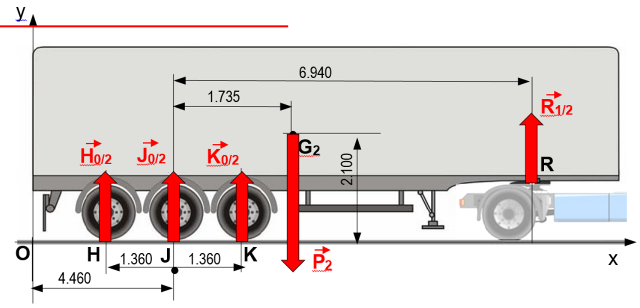
L'équation n°2 est : $630 \cdot m \cdot g + 0 - 1485 \cdot Z_P = 0$; il vient $Z_P = -(630 \cdot m \cdot g) / (-1485) = +1173{,}6$ N

l'équation (1) est : $-m \cdot g + Z_O + Z_P = 0$ soit, $Z_O = m \cdot g - Z_P$

On remplace Z_P par sa valeur et il vient : $Z_O = 282 \times 9{,}81 - 1173{,}6 = 1592{,}8$ N

Exercice 5 : 4 ou 5 forces, 2 inconnues dont une distance

Remorque (2) isolée :



Bilan ci-contre

$P_2 = 144.000$ N

$R_{ext/2} \cdot y = 3 \cdot J - P_2 + R = 0$ **(1)**

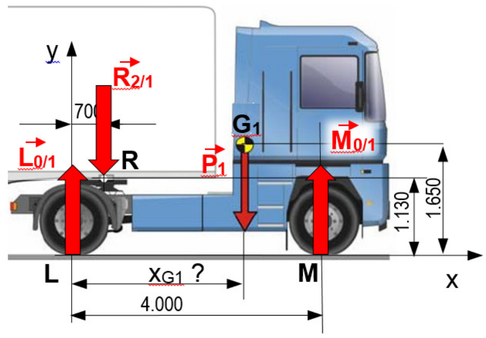
$M_{J(ext/2)} = -1360\, H + 0 + 1360\, K - 1735\, P_2 + 6940\, R = 0$

Or H = K ⇨ $-1735\, P_2 + 6940\, R = 0$ **(2)**

(2) ⇨ R = $1735\, P_2 / 6940 = 36.000$ N

(1) ⇨ $J = (P_2 - R)/3 = (144.000 - 36.000)/3 = 36.000$ N

Tracteur (1) isolée :



Bilan ci-contre

$P_2 = 72.000$ N

$R_{ext/1} \cdot y = L + M - P_1 - R = 0$ **(3)**

$M_{L(ext/1)} = 0 + 4.000\, M - x_{G1} \cdot P_1 - 700\, R = 0$ **(4)**

$M = 17\%\, (P_1 + P_2) = (144.000 + 72.000) \times 0{,}17 = 36.720$ N **(5)**

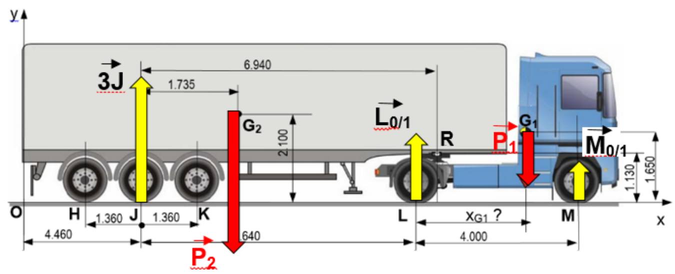
Dans (4) ⇨ $x_{G1} = (4.000\, M - 700 \cdot R) / P_1$

$x_{G1} = (4.000\ 36.720 - 700 \cdot 36.000) / 72.000$

$x_{G1} = 1690$ mm

(3) ⇨ $L = -M + P_1 + R = -36.720 + 72.000 + 36.000 = 71.280$ N

Semi-remorque (1+2) isolé



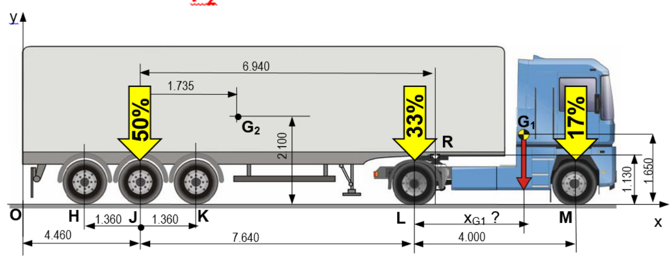
Bilan ci-contre

$P_1 + P_2 = 216.000$ N

$R_{ext/1} \cdot y = 3J + L + M - P_1 - P_2 = 0$ **(3)**

$R_{ext/1} \cdot y = 3 \times 36.000 + 71280 + 36.720 - 216.000 = 0$ CQFD

Le triple essieu arrière reprend 3 x 36.000 = 108.000 N,
Soit 50% du poids total ($P_1 + P_2 = 216.000$ N)



En L, 71.280 N représentent 33% du poids total:

(71.280/216.000) = x? / 100 ⇨ x = 33