

10.2 Drehmoment - Aufgaben

Drehmoment beim Öffnen der Weinflasche

Korkenzieher wird in den Korken gedreht

Torsionsmoment in der Bohrspirale

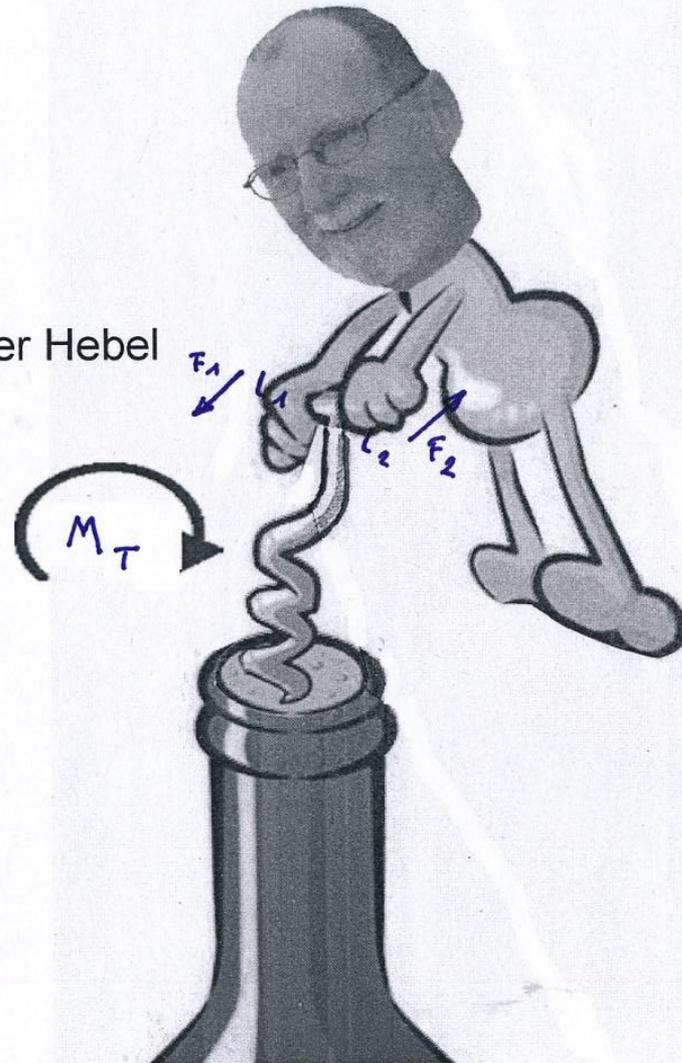
$$\sum M = F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot L_2 = 0$$

$$F_1 = F_2$$

$$L_1 = L_2$$

$$M_T = 2 \cdot F_1 \cdot L_1$$

zweiarmer Hebel



Drehmoment beim Öffnen der Weinflasche

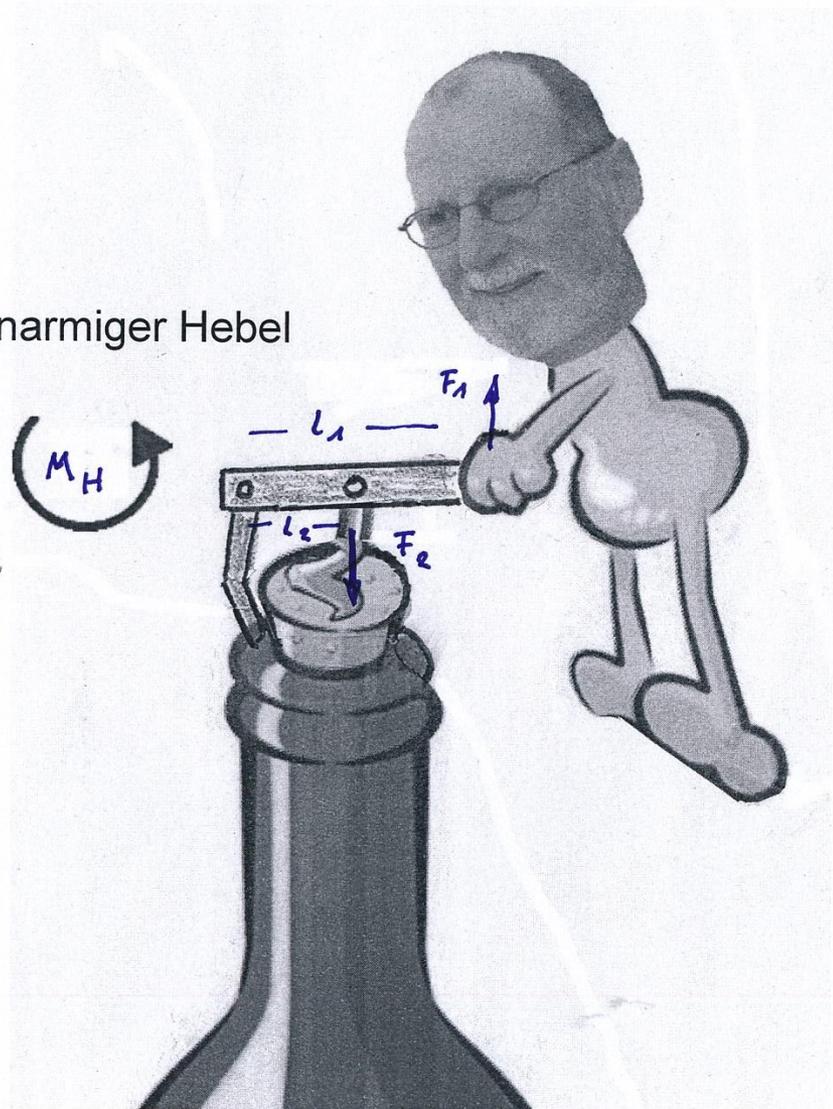
Korken wird aus dem
Flaschenhals gezogen

Hebelmoment
mit dem Griff

$$\Sigma M = F_2 \cdot L_2 - F_1 \cdot L_1 = 0$$

$$F_1 = F_2 \frac{L_2}{L_1}$$

einarmiger Hebel

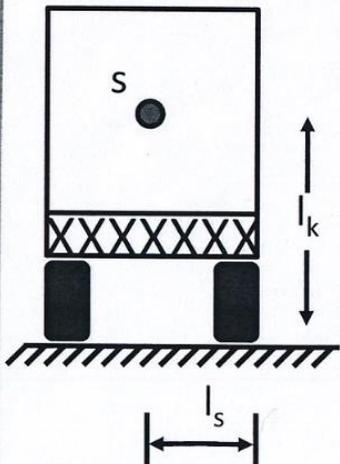


Kippen infolge Fliehkraft



$r = 70 \text{ m}$

$r = 35 \text{ m}$



$l_k = 2,2 \text{ m}$

$l_s = 1,2 \text{ m}$

Fall 1 $r = 35 \text{ m}$

$$S = \frac{g \cdot l_s}{v^2 \cdot l_k} \cdot r \quad \text{aus Formelsammlung Folie 15}$$

Beginn des Kippens bei $S = 1$

$$1 = \frac{g \cdot l_s}{v^2 \cdot l_k} \cdot r \Rightarrow v^2 \cdot l_k = g \cdot l_s \cdot r$$

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot l_s \cdot r}{l_k}}$$

$$v = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 1,2 \cdot 35}{2,2}}$$

$$v = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Fall 2 $r = 70 \text{ m}$

.....

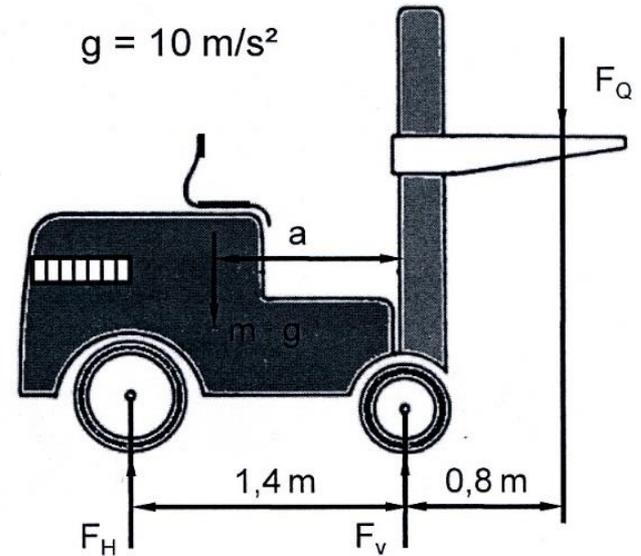
.....

$$S = 2$$

Kippsicherheit – Aufgabe

An einem Gabelstapler mit der Eigenmasse $m = 5,5 \text{ t}$, einer Nutzlast $m_Q = 3,5 \text{ t}$ und aus dem Bild ersichtlichen Abmessungen treten als Reaktionskräfte die Vorderachslast $F_V = 60000 \text{ N}$ und die Hinterachsenlast $F_H = 30000 \text{ N}$ auf.

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$



Wie groß ist die Standsicherheit?

aus der Formelsammlung Folie 15

$$S = \frac{M_s}{M_k}$$

Drehpunkt ist das Vorderrad

$$M_s = mg \cdot a \quad M_k = F_Q \cdot 0,8 = m_Q \cdot g \cdot 0,8$$

$$a = ?$$

$\Sigma M = 0$ bezogen auf den Drehpunkt Vorderrad

Vorgehensweise nach Folie 7 Skript

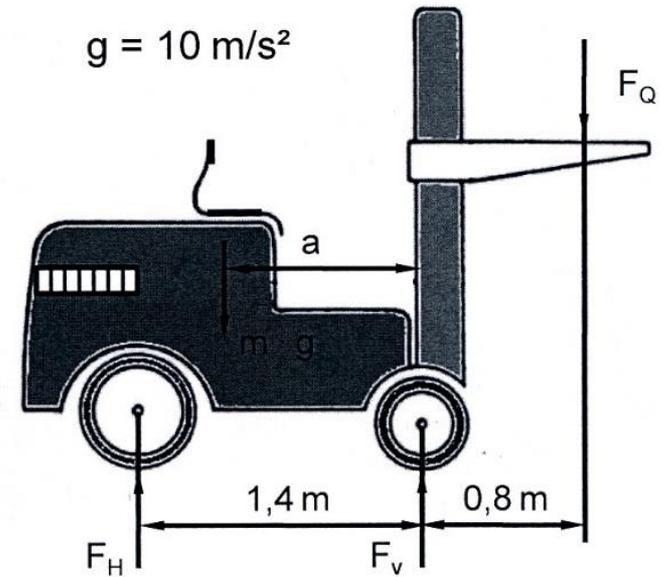
und Folien 12/13 Skript

$$S =$$

Kippsicherheit – Aufgabe

An einem Gabelstapler mit der Eigenmasse $m = 5,5 \text{ t}$, einer Nutzlast $m_Q = 3,5 \text{ t}$ und aus dem Bild ersichtlichen Abmessungen treten als Reaktionskräfte die Vorderachslast $F_V = 60000 \text{ N}$ und die Hinterachsenlast $F_H = 30000 \text{ N}$ auf.

Wie groß ist die Standsicherheit?



$$F_H \cdot 1,4 - m g \cdot a + F_Q \cdot 0,8 = 0$$

$$- m g \cdot a = - F_H \cdot 1,4 - F_Q \cdot 0,8 \quad | : -m g$$

$$a = (F_H \cdot 1,4 + F_Q \cdot 0,8) \frac{1}{m g}$$

$$a = (30 \text{ kN} \cdot 1,4 \text{ m} + 35 \text{ kN} \cdot 0,8) \frac{1}{55 \text{ kN}}$$

$$a = 1,27 \text{ m}$$

$$S = \frac{m g \cdot a}{m_Q g \cdot 0,8} = \frac{55 \cdot 1,27}{35 \cdot 0,8} = 2,5$$

$$S = 2,5$$

Bei welcher Belastung wird die Kippgrenze erreicht?

$$S = 1 = \frac{mg \cdot a}{m_Q g \cdot 0,8} \quad | \cdot m_Q g \cdot 0,8$$

$$m_Q \cdot g \cdot 0,8 = mg \cdot a$$

$$m_Q = \frac{mg \cdot a}{g \cdot 0,8}$$

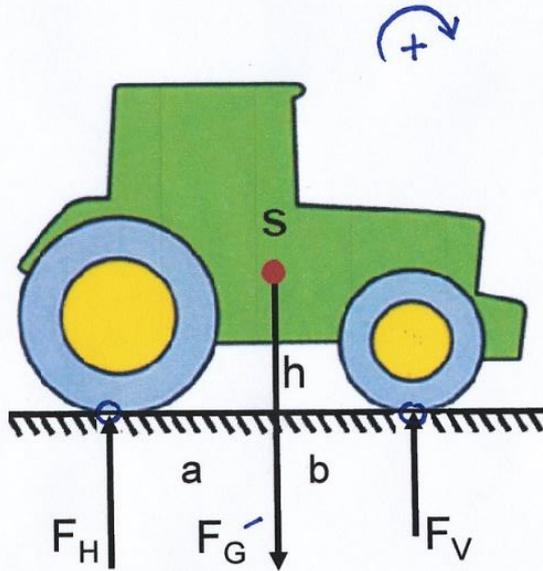
$$m_Q = \frac{5,5t \cdot 1,27m}{0,8m} = 8,7t$$

$$F_Q = m_Q \cdot g \approx 87 \text{ kN}$$

$$F_Q = 87 \text{ kN}$$

Traktor auf schiefer Ebene - Aufgabe

Wie ändern sich die Achslasten?



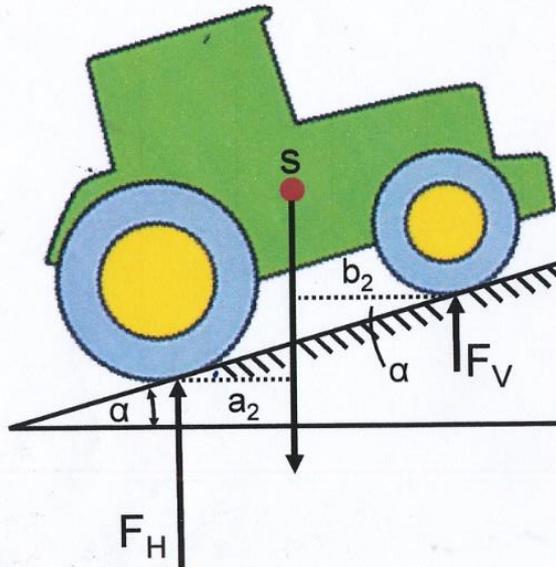
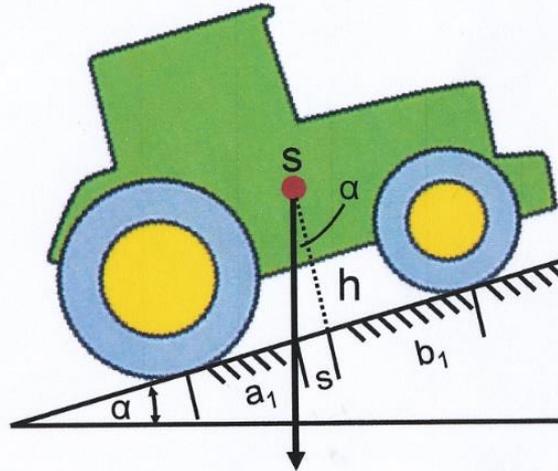
$$\sum M_H = F_G \cdot a - F_V \cdot (a+b) = 0$$

$$F_G \cdot a = F_V \cdot (a+b)$$

$$F_V = F_G \frac{a}{a+b}$$

$$F_G - F_H - F_V = 0$$

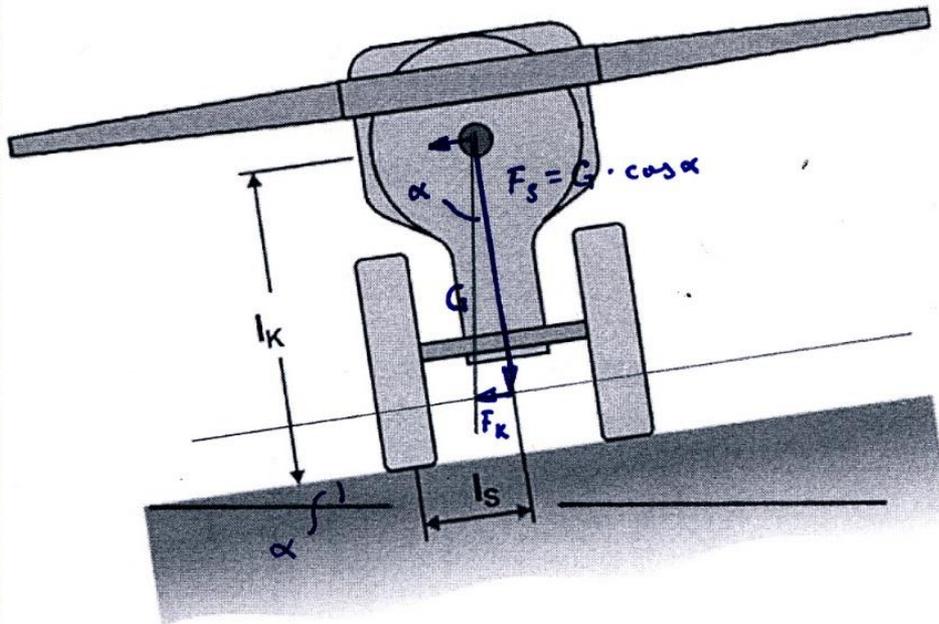
$$F_H = F_G - F_V$$



Kein
Prüfungstoff

Kippmoment am Hang

Auf einer hängigen Fläche sind die Fahrgassen so angelegt, dass sie quer zum Hang (Schichtlinie) ausgerichtet sind. Die Hangneigung beträgt 15%. Es findet eine Pflanzenschutzbehandlung statt. Während der Fahrt im unteren Vorgewende wird das Kippmoment infolge der Schräglage durch die auftretende Zentrifugalkraft zusätzlich erhöht. Wie hoch darf die Fahrgeschwindigkeit im Vorgewende höchstens sein, wenn eine Standsicherheit von $S \geq 2,5$ nicht unterschritten werden soll.



gegeben

Arbeitsbreite	$b = 18\text{m}$
Schwerpunkt Abstand	$l_S = 1,2\text{ m}$
Höhe Schwerpunkt	$l_K = 2,4\text{ m}$
Gewicht der Spritze	$m = 5000\text{kg}$
Hangneigung	15 %
Standsicherheit	$S \geq 2,5$

gesucht

max. Fahrgeschw. $v = ?$

Kippmoment am Hang – Aufgabe

$$S = \frac{M_s}{M_{k1} + M_{k2}} \geq 2,5 \Rightarrow M_s = 2,5 (M_{k1} + M_{k2})$$

Das Staudmoment laut Skizze $M_s = F_s \cdot l_s$

Es gibt 2 Anteile für das Kippmoment

$$M_{k1} = F_k \cdot l_k \quad M_{k2} = m \frac{v^2}{r} \cdot l_k$$

Der nachfolgende Rechenweg ist sehr aufwendig. ~~und~~ Die Aufgabe

ist somit ungeeignet für die Prüfung.

Eine Frage könnte allerdings lauten:

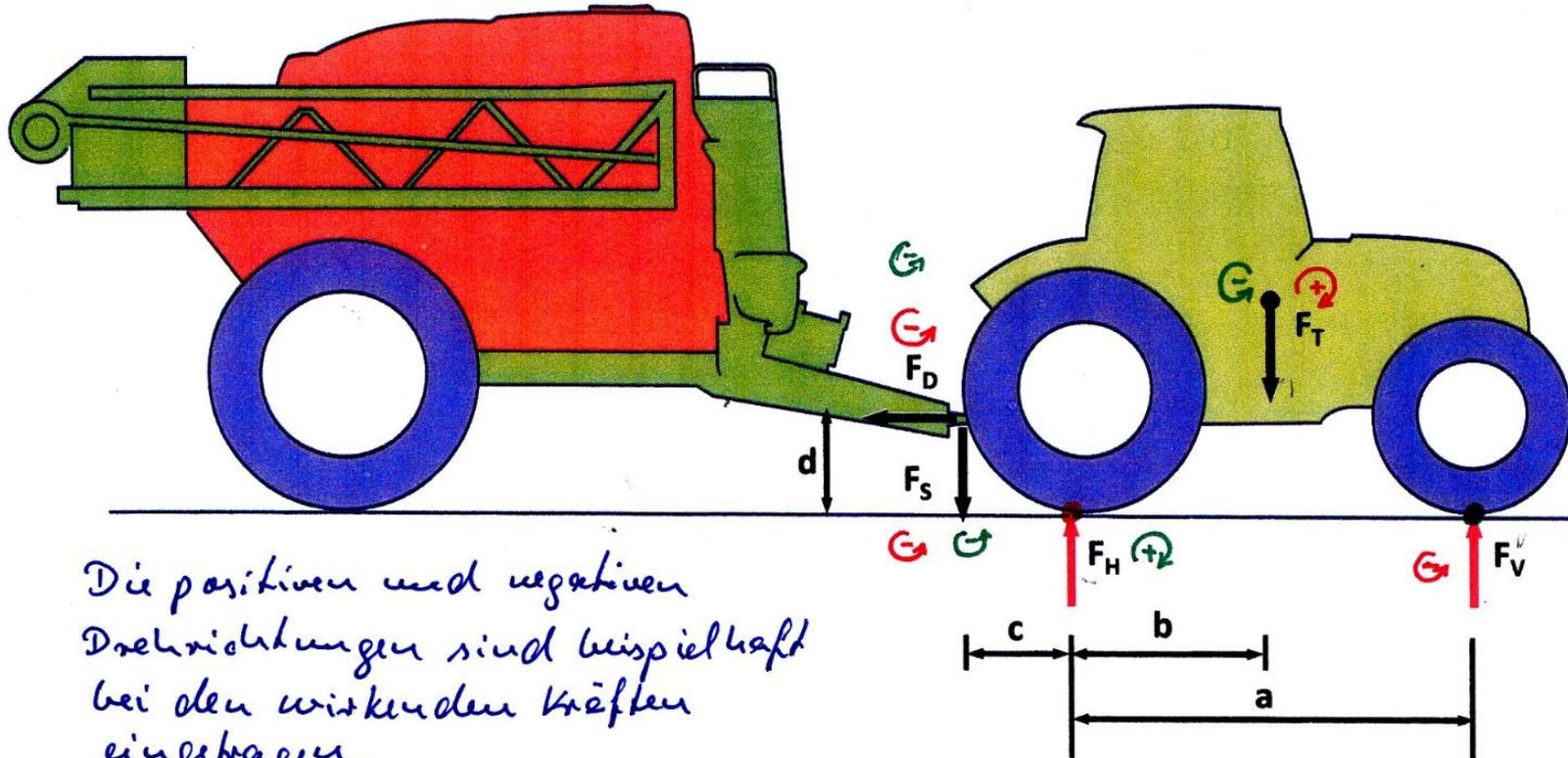
Stellen Sie das Gleichungssystem für die Aufgabenstellung dar.

$$v = 2,1 \text{ m/s}$$

Lösung: siehe oben

Drehmomentgleichungen

An einen Traktor ist eine gezogene Feldspritze angehängt.
Die auftretenden Kräfte sind eingetragen



Die positiven und negativen Drehrichtungen sind beispielhaft bei den wirkenden Kräften eingetragen.

Drehmomentgleichungen

Stellen Sie die Gleichung auf zur Berechnung der Vorderachslast F_V .

$$-F_S \cdot c - F_D \cdot d + F_T \cdot b - F_V \cdot a = 0 \quad (\text{Drehpunkt ist Aufstandspunkt Hinterrad})$$

Lösen Sie die Gleichung nach F_V auf.

$$F_V \cdot a = -F_S \cdot c - F_D \cdot d + F_T \cdot b \quad (: a)$$

$$F_V = (\quad) \frac{1}{a}$$

Stellen Sie die Gleichung auf zur Berechnung der Hinterachslast F_H .

$$-F_S(c+a) - F_D(d) + F_H \cdot a - F_T \cdot (a-b) = 0$$

Lösen Sie die Gleichung nach F_H auf.

$$F_H \cdot a = +F_S(c+a) + F_D \cdot d + F_T(a-b)$$

$$F_H = (\quad) \frac{1}{a}$$

Berechnen Sie die Hinterachslast F_H mit der Kräftegleichung

$$F_S - F_H + F_T - F_V = 0$$

$$F_H = F_S + F_T - F_V$$