

# TERMODINAMIKA

**Sulistyani, M.Si.**

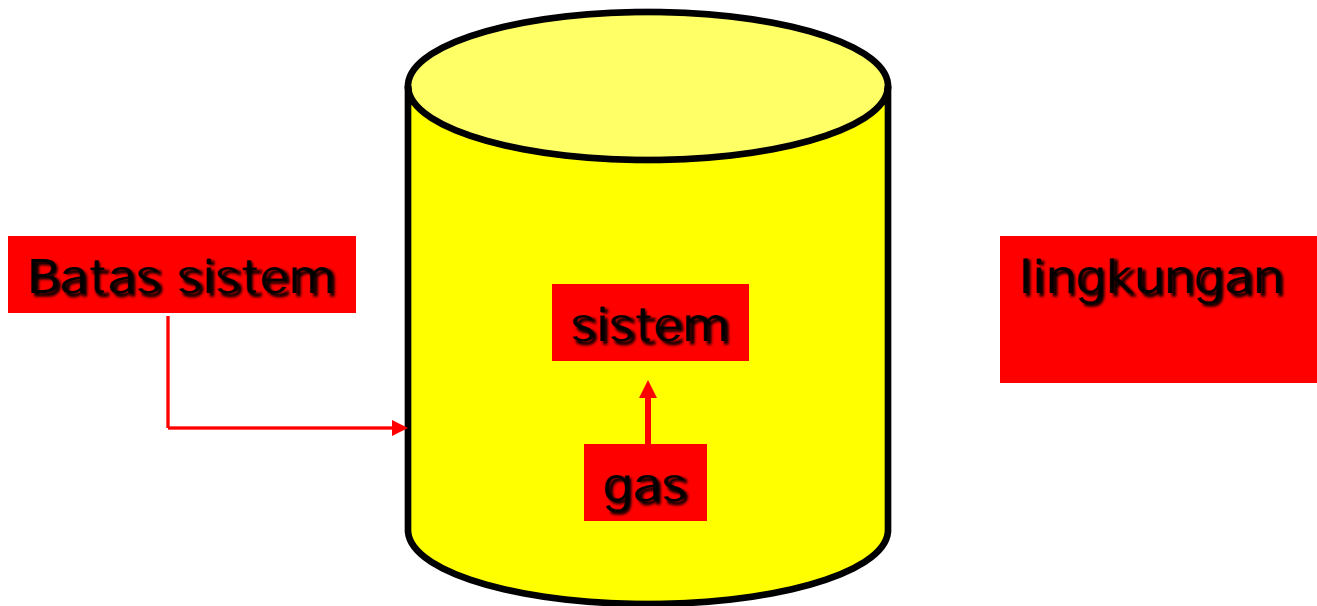
**sulistyani@uny.ac.id**

# Pendahuluan

- Termodinamika berasal dari bahasa Yunani, yaitu *thermos* yang berarti panas, dan *dynamic* yang berarti perubahan.
- Termodinamika adalah ilmu yang mempelajari hukum-hukum yang mengatur perubahan energi dari suatu bentuk ke bentuk lain, aliran dan kemampuan energi melakukan usaha.
- Sistem adalah sesuatu yang menjadi subyek pembahasan atau fokus perhatian.
- Lingkungan adalah segala sesuatu yang tidak termasuk dalam sistem atau segala keadaan di luar sistem.

# Perhatikan gambar:

Tabung berisi gas:



# Hukum Termodinamika

- ❖ **Hukum pertama, yaitu : prinsip kekekalan energi yang memasukkan kalor sebagai mode perpindahan energi.**
- ❖ **Hukum kedua, yaitu : bahwa aliran kalor memiliki arah, dengan kata lain, tidak semua proses di alam adalah reversibel (dapat dibalikkan arahnya)**

# Usaha, Kalor, dan Energi Dalam

- **Pengertian Usaha dan Kalor.**

- Kerja ( $W$ ) adalah akibat aksi melawan gaya luar, yang dalam termodinamika dinyatakan :  $W = p \Delta V$
- Saat terjadi kerja sejumlah energi akan dipindahkan dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya
- Kalor mengalir dari benda bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah, dan akan berhenti hingga suhu kedua benda sama. Kalor bukanlah suatu jenis energi, melainkan energi yang berpindah. Jadi dapat disimpulkan bahwa *kalor adalah energi yang berpindah akibat adanya perbedaan suhu.*

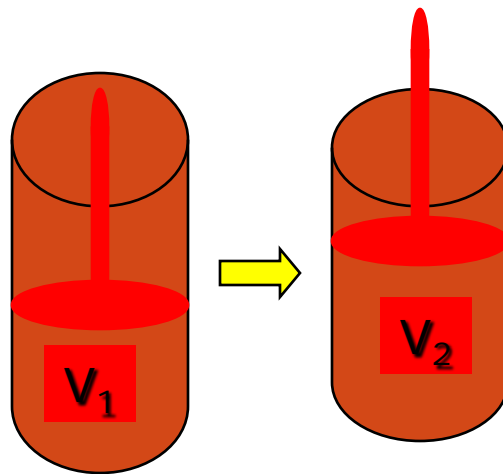
# Pengertian Energi Dalam

- Energi dalam adalah : energi yang tersimpan dalam suatu zat, merupakan sifat mikroskopik zat, sehingga tidak dapat diukur secara langsung.
- Secara umum perubahan energi dalam ( $\Delta U$ ), dirumuskan :

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

# FORMULASI USAHA, KALOR DAN ENERGI DALAM

- Usaha yang dilakukan oleh gas ketika volume berubah dari volume awal  $V_1$  menjadi volume akhir  $V_2$  pada tekanan  $p$  konstan dinyatakan sebagai hasil kali tekanan dengan perubahan volumenya.
- **Proses isobarik (tekanan konstan)**

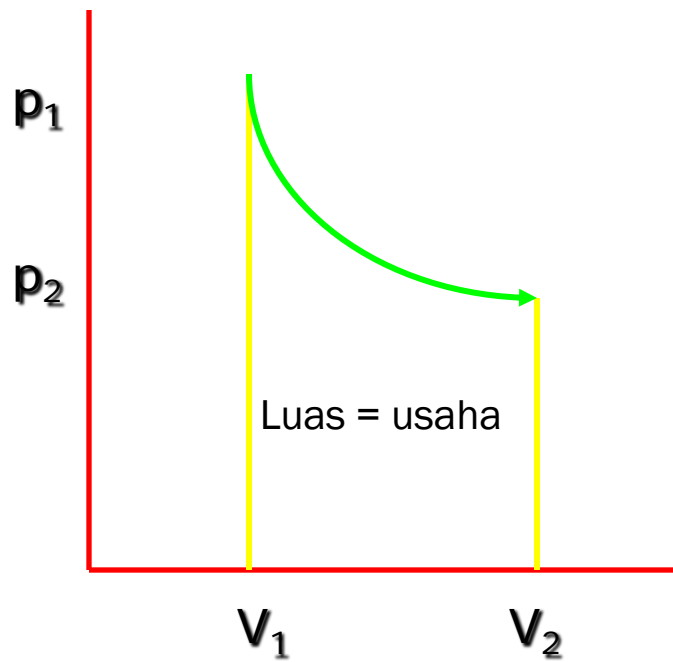


$$W = p \Delta V = p( V_2 - V_1 )$$

- **Perjanjian tanda :**
  - **Usaha bertanda positif (+), jika sistem melakukan usaha pada lingkungan (gas memuai  $V_2 > V_1$ ).**
  - **Usaha bertanda negatif (-), jika lingkungan melakukan usaha pada sistem ( gas memampat  $V_2 < V_1$  ).**

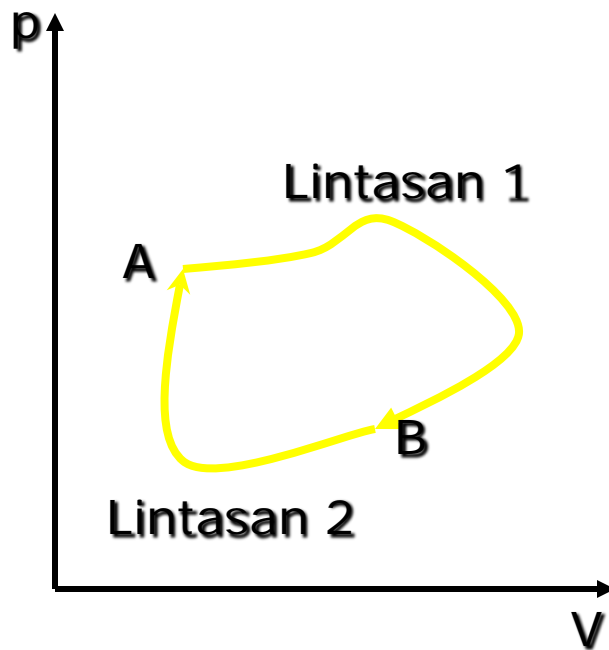


# Grafik p - V



- Dari grafik diperoleh :
  - **Usaha yg dilakukan oleh atau pada sistem gas sama dg luas daerah di bawah grafik p-V dg batas volum awal dan volum akhir.**

# Usaha dalam proses siklus



- Dari grafik diperoleh:  
“usaha yang dilakukan oleh (atau pada) sistem gas yang menjalani suatu proses siklus sama dengan luas daerah yang dimuat oleh siklus tersebut (luas daerah yg diasir)”

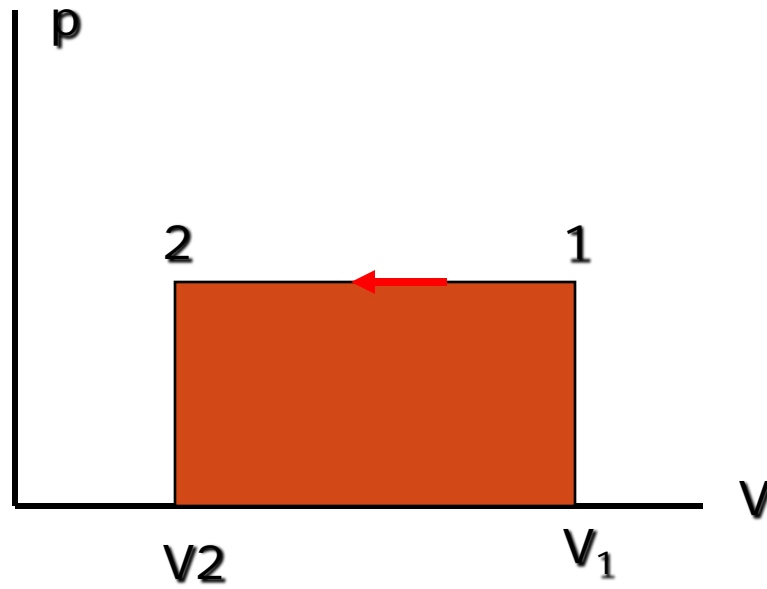
## **Formulasi Kalor**

$$**Q = m.c.\Delta T = C.\Delta T**$$

**Usaha yang dilakukan lingkungan terhadap sistem ( $V_2 < V_1$ ).**

$$W = p (V_2 - V_1)$$

**W negatif (-)**

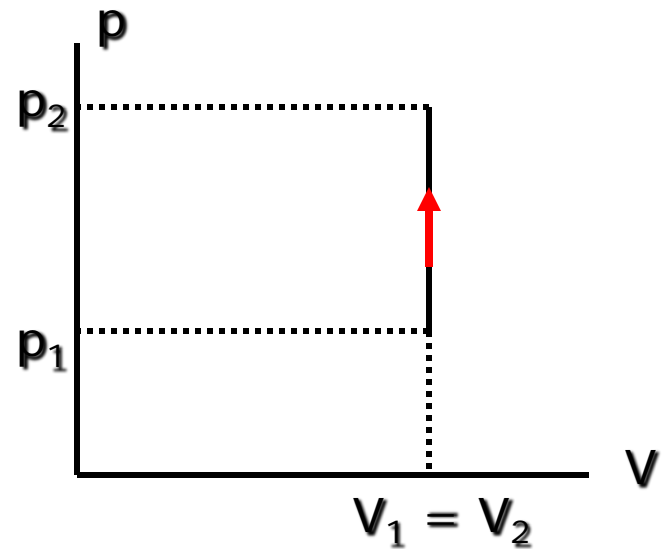


- **Proses Isokhorik (volum tetap )**

$$W = 0$$

**Karena  $V_2 = V_1$**

- **Perhatikan gambar**



- **Proses Isotermal ( suhu tetap )**

**Dari persamaan :**

$$pV = nRT$$

**diperoleh :**

$$p = \frac{nRT}{V}$$

- **Sehingga usaha yang dilakukan sistem (gas) dirumuskan :**

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV$$

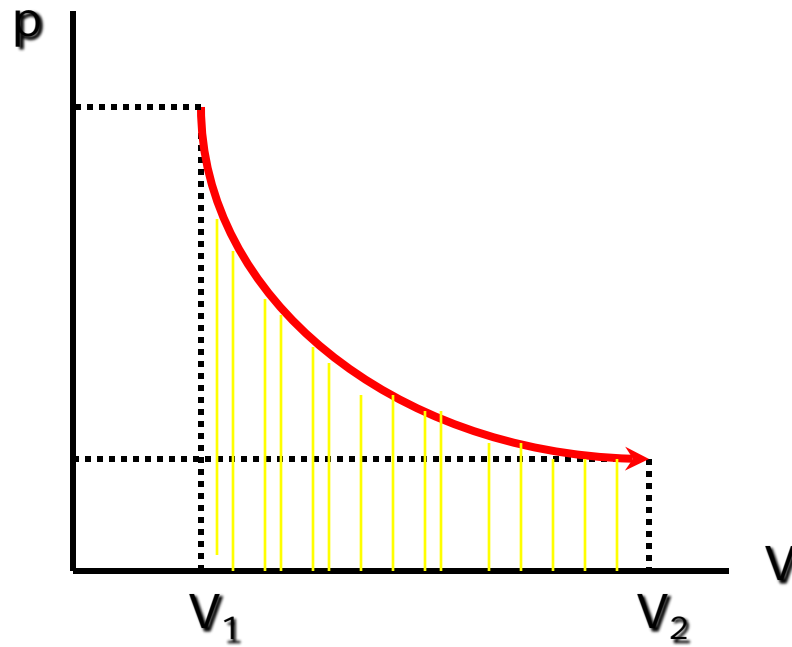


$$W = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT [\ln V]_{V_1}^{V_2}$$

$$W = nRT \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

$$W = nRT [\ln V_2 - \ln V_1]$$

- **Perhatikan gambar :**



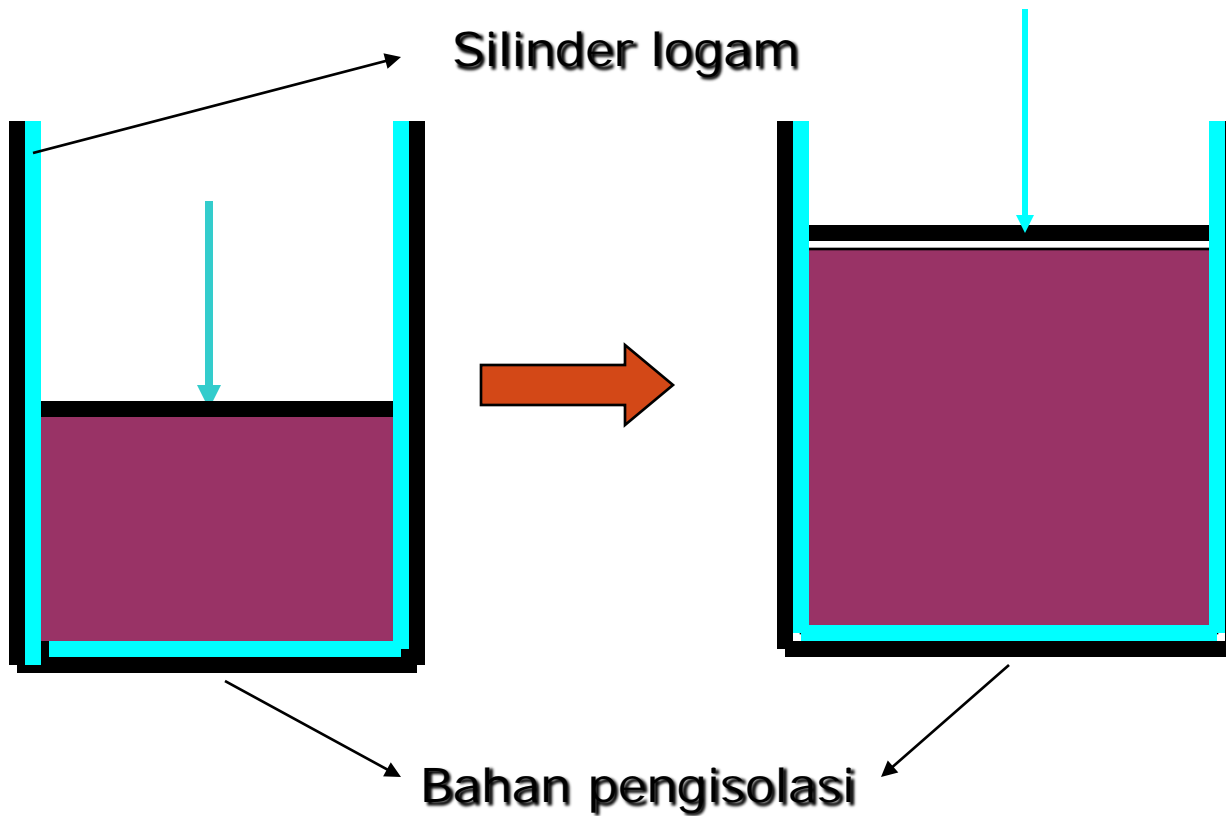
# LATIHAN

- ❖ **Suhu tiga mol suatu gas ideal 373 K. Berapa besar usaha yang dilakukan gas dalam pemuaian secara isothermal untuk mencapai empat kali volum awalnya ?  
(  $R = 8,3 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$  )**

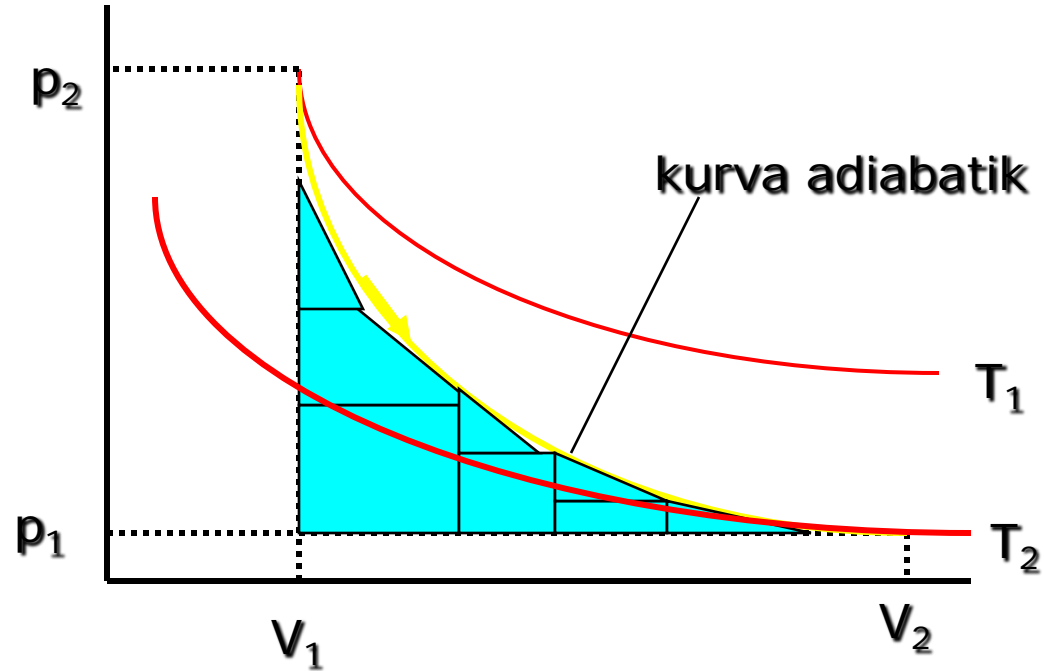
- **Proses Adiabatik**

**adalah : suatu proses keadaan gas di mana tidak ada kalor yang masuk ke dalam atau keluar dari sistem (  $Q = 0$  )**

- **Perhatikan gambar**



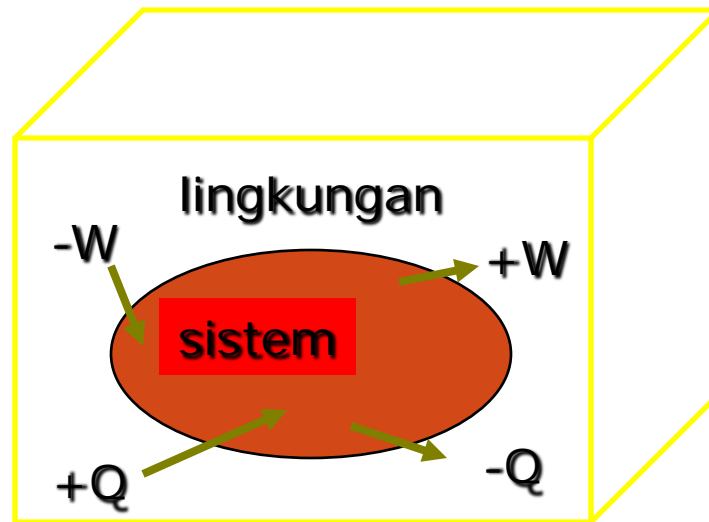
# Grafik $p - V$ pada proses Adibatik



- **Contoh proses adiabatik:**
  - **Pemuaian gas dalam mesin diesel**
  - **Pemuaian gas dalam sistem pendingin**
  - **Langkah kompresi dalam mesin pendingin**

# Hukum pertama termodinamika

**Perhatikan Gambar.**





- **Secara matematis hukum I Termodinamika, dirumuskan :**

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W$$

**+Q = sistem menerima kalor**

**-Q = sistem mengeluarkan kalor**

**+W = sistem melakukan usaha**

**-W = sistem dikenai usaha**

## **Contoh soal 6**

- ❖ **Suatu sistem menyerap 1500 J kalor dari lingkungannya dan melakukan 2200 J usaha pada lingkungannya. Tentukan perubahan energi dalam sistem. Naik atau turunkah suhu sistem?**

## Aplikasi Hukum Pertama pada Berbagai Proses

### ➤ Proses Isotermal

( suhu tetap  $T_1 = T_2$  )

Karena  $T_1 = T_2$  maka  $\Delta U = 0$  sehingga:

$$\Delta U = Q - W$$

$$0 = Q - W \text{ atau}$$

$$Q = W = nRT \ln \left[ \frac{V_2}{V_1} \right]$$

# Proses Isokhorik (volume tetap )

- Karena  $\Delta V = 0$ , maka  $W = 0$  sehingga persamaannya menjadi:

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = Q - 0$$

$$\Delta U = Q$$

# Proses Isobarik (tekanan konstan )

- **Dirumuskan :**

$$\Delta U = Q - W = Q - p (V_2 - V_1)$$

# Proses Adiabatik

- **Karena  $Q = 0$  , dirumuskan:**

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = -W$$

# Kapasitas Kalor Gas

- **Kapasitas kalor gas dirumuskan :**

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = C\Delta T$$

- **Kapasitas kalor pada tekanan tetap (  $C_p$  )  
adalah : kalor yg diperlukan untuk  
menaikkan suhu suatu zat satu kelvin  
pada tekanan tetap.  
dirumuskan :**

$$C_p = \frac{Q_p}{\Delta T} \text{ atau } Q_p = C_p \Delta T$$



- **Kapasitas kalor pada volume tetap (  $C_v$  )  
adalah : kalor yg diperlukan untuk  
menaikkan suhu suatu zat satu kelvin  
pada volume tetap.  
dirumuskan :**

$$C_v = \frac{Q_v}{\Delta t} \text{ atau } Q = C_v \Delta T$$

- **Usaha yang dilakukan pada tekanan tetap dirumuskan:**

$$W = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$$

$$W = nR\Delta T = nR(T_2 - T_1)$$