

A.03.03 – Balanço de Energia (Sistemas Fechados)

Prof. C. Naaktgeboren, PhD



<https://github.com/CNThermSci/ApplThermSci>

Compiled on 2020-04-08 16h20m49s

1 Balanço de Energia

- Primeira Lei da Termodinâmica
- Balanço de Energia

2 Tópicos de Leitura

Enunciado

A 1ª lei da Termodinâmica estabelece que:

- Energia é uma quantidade conservada.

Enunciado

A 1ª lei da Termodinâmica estabelece que:

- Energia é uma quantidade conservada.

Este princípio da conservação da energia:

- É exhaustivamente confirmado em experimentos.

Algumas Implicações

Logo, no universo observável:

- Não há processos físicos que criem energia,

Algumas Implicações

Logo, no universo observável:

- Não há processos físicos que criem energia,
- Nem processos físicos que destruam energia.

Algumas Implicações

Logo, no universo observável:

- Não há processos físicos que criem energia,
- Nem processos físicos que destruam energia.
- Processos físicos podem apenas converter energia de uma forma a outra.

Algumas Implicações

Logo, no universo observável:

- Não há processos físicos que criem energia,
- Nem processos físicos que destruam energia.
- Processos físicos podem apenas converter energia de uma forma a outra.

A Relatividade Especial de Einstein:

- Unificou as conservações de massa e de energia;

Algumas Implicações

Logo, no universo observável:

- Não há processos físicos que criem energia,
- Nem processos físicos que destruam energia.
- Processos físicos podem apenas converter energia de uma forma a outra.

A Relatividade Especial de Einstein:

- Unificou as conservações de massa e de energia;
- Através da equivalência massa-energia expressa por $E_{eq} = c^2m$.

Algumas Implicações

Logo, no universo observável:

- Não há processos físicos que criem energia,
- Nem processos físicos que destruam energia.
- Processos físicos podem apenas converter energia de uma forma a outra.

A Relatividade Especial de Einstein:

- Unificou as conservações de massa e de energia;
- Através da equivalência massa-energia expressa por $E_{eq} = c^2m$.
- Assim, a quantidade $E_{tot} = c^2m + E_{outras}$ do universo é conservada.

Aplicações

A 1ª lei é **central** em Termodinâmica.

Suas aplicações são **vastas** e incluem:

- Princípio em variedade de **deduções**;

Aplicações

A 1ª lei é **central** em Termodinâmica.

Suas aplicações são **vastas** e incluem:

- Princípio em variedade de **deduções**;
- Instrumental na **definição** de **propriedades**.

Aplicações

A 1ª lei é **central** em Termodinâmica.

Suas aplicações são **vastas** e incluem:

- Princípio em variedade de **deduções**;
- Instrumental na **definição** de **propriedades**.
- Cálculos de **processos** energéticos.

Aplicações

A 1ª lei é **central** em Termodinâmica.
Suas aplicações são **vastas** e incluem:

- Princípio em variedade de **deduções**;
- Instrumental na **definição** de **propriedades**.
- Cálculos de **processos** energéticos.

Exemplo: O que é, afinal, “energia”?

Aplicações

A 1ª lei é **central** em Termodinâmica.
Suas aplicações são **vastas** e incluem:

- Princípio em variedade de **deduções**;
- Instrumental na **definição** de **propriedades**.
- Cálculos de **processos** energéticos.

Exemplo: O que é, afinal, “energia”?

— Jack P. Holman (SMU)

Aplicações

A 1ª lei é **central** em Termodinâmica.
Suas aplicações são **vastas** e incluem:

- Princípio em variedade de **deduções**;
- Instrumental na **definição** de **propriedades**.
- Cálculos de **processos** energéticos.

Exemplo: O que é, afinal, “energia”?

- “Energia é uma **quantidade** (escalar)

— Jack P. Holman (SMU)

Aplicações

A 1ª lei é **central** em Termodinâmica.
Suas aplicações são **vastas** e incluem:

- Princípio em variedade de **deduções**;
- Instrumental na **definição** de **propriedades**.
- Cálculos de **processos** energéticos.

Exemplo: O que é, afinal, “energia”?

- “Energia é uma **quantidade** (escalar)
- que é **conservada** na natureza

— Jack P. Holman (SMU)

Aplicações

A 1ª lei é **central** em Termodinâmica.
Suas aplicações são **vastas** e incluem:

- Princípio em variedade de **deduções**;
- Instrumental na **definição** de **propriedades**.
- Cálculos de **processos** energéticos.

Exemplo: O que é, afinal, “energia”?

- “Energia é uma **quantidade** (escalar)
- que é **conservada** na natureza
- e que possui **unidades de $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$** .”

— Jack P. Holman (SMU)

Balanço de Energia

A 1ª lei é matematicamente expressa por meio de **balanço de energia**.

Balanço de Energia

A 1ª lei é matematicamente expressa por meio de **balanço de energia**.

Em um **processo**, o balanço de energia é dado por:

Balanco de Energia

A 1ª lei é matematicamente expressa por meio de **balanco de energia**.

Em um **processo**, o balanco de energia é dado por:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Total de energia que} \\ \text{entra no sistema} \end{array} \right) -$$

Balanço de Energia

A 1ª lei é matematicamente expressa por meio de **balanço de energia**.

Em um **processo**, o balanço de energia é dado por:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Total de energia que} \\ \text{entra no sistema} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Total de energia} \\ \text{que sai do sistema} \end{array} \right) =$$

Balanco de Energia

A 1ª lei é matematicamente expressa por meio de **balanco de energia**.

Em um **processo**, o balanco de energia é dado por:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Total de energia que} \\ \text{entra no sistema} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Total de energia} \\ \text{que sai do sistema} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Variação líquida de} \\ \text{energia no sistema} \end{array} \right),$$

Balanço de Energia

A 1ª lei é matematicamente expressa por meio de **balanço de energia**.

Em um **processo**, o balanço de energia é dado por:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Total de energia que} \\ \text{entra no sistema} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Total de energia} \\ \text{que sai do sistema} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Variação líquida de} \\ \text{energia no sistema} \end{array} \right),$$

que matematicamente se escreve:

$$E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1, \quad \text{para um processo 1-2.}$$

Balanço de Energia

A 1ª lei é matematicamente expressa por meio de **balanço de energia**.

Em um **processo**, o balanço de energia é dado por:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Total de energia que} \\ \text{entra no sistema} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Total de energia} \\ \text{que sai do sistema} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Variação líquida de} \\ \text{energia no sistema} \end{array} \right),$$

que matematicamente se escreve:

$$E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1, \quad \text{para um processo 1-2.}$$

Assim, se E_1 , E_{ent} e E_{sai} são conhecidos, então: $E_2 = E_1 + E_{ent} - E_{sai}$.

Balanço de Energia – Formas

$$E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1 \quad (1)$$

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

Balanço de Energia – Formas

$$d/dt(E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1) \rightarrow (1) \quad (4)$$

$$(2) \quad (5)$$

$$(3) \quad (6)$$

Balanço de Energia – Formas

$$d/dt(E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1) \quad \rightarrow \quad (1) \qquad \dot{E}_{ent} - \dot{E}_{sai} = \left. \frac{dE}{dt} \right|_{sist} \quad (4)$$

$$(2) \qquad \dot{e}_{ent} - \dot{e}_{sai} = \left. \frac{de}{dt} \right|_{sist} \quad (5)$$

$$(3) \qquad \qquad \qquad (6)$$

Balanço de Energia – Formas

$$d/dt(E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1) \rightarrow (1) \quad (\dot{E}_{ent} - \dot{E}_{sai} = \frac{dE}{dt} \Big|_{sist})/m \rightarrow (4)$$

$$(2) \quad \dot{e}_{ent} - \dot{e}_{sai} = \frac{de}{dt} \Big|_{sist} \quad (5)$$

$$(3) \quad (6)$$

Balanco de Energia – Formas

$$(E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1) \rightarrow (1)$$

$$e_{ent} - e_{sai} = \Delta e_{sist} = e_2 - e_1 \quad (2)$$

$$(3)$$

$$(\dot{E}_{ent} - \dot{E}_{sai} = \left. \frac{dE}{dt} \right|_{sist}) / m \rightarrow (4)$$

$$\dot{e}_{ent} - \dot{e}_{sai} = \left. \frac{de}{dt} \right|_{sist} \quad (5)$$

$$(6)$$

Balanço de Energia – Formas

$$(E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1) \rightarrow (1)$$

$$(e_{ent} - e_{sai} = \Delta e_{sist} = e_2 - e_1)/m \rightarrow (2)$$

$$(3)$$

$$(\dot{E}_{ent} - \dot{E}_{sai} = \left. \frac{dE}{dt} \right|_{sist})/m \rightarrow (4)$$

$$\dot{e}_{ent} - \dot{e}_{sai} = \left. \frac{de}{dt} \right|_{sist} (5)$$

$$(6)$$

Balanco de Energia – Formas

$$(E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1) \rightarrow (1)$$

$$(e_{ent} - e_{sai} = \Delta e_{sist} = e_2 - e_1)/m \rightarrow (2)$$

$$(3)$$

$$(\dot{E}_{ent} - \dot{E}_{sai} = \left. \frac{dE}{dt} \right|_{sist})/m \rightarrow (4)$$

$$\dot{e}_{ent} - \dot{e}_{sai} = \left. \frac{de}{dt} \right|_{sist} (5)$$

$$(6)$$

Balanço de Energia – Formas

$$(E_{ent} - E_{sai} = \Delta E_{sist} = E_2 - E_1) \rightarrow (1)$$

$$(e_{ent} - e_{sai} = \Delta e_{sist} = e_2 - e_1)/m \rightarrow (2)$$

$$(3)$$

$$(\dot{E}_{ent} - \dot{E}_{sai} = \left. \frac{dE}{dt} \right|_{sist})/m \rightarrow (4)$$

$$(\dot{e}_{ent} - \dot{e}_{sai} = \left. \frac{de}{dt} \right|_{sist})/m \rightarrow (5)$$

$$(6)$$

Tópicos de Leitura I



Çengel, Y. A. e Boles, M. A.

Termodinâmica 7ª Edição. Seções 2-6 e 4-2.

AMGH. Porto Alegre. ISBN 978-85-8055-200-3.



Image by David Mark from pixabay.com

