

Exercícios - Capítulo 2

Definições e Conceitos

Termodinâmicos

Solução de Exercícios em Sala de Aula e
Proposição de Novos:

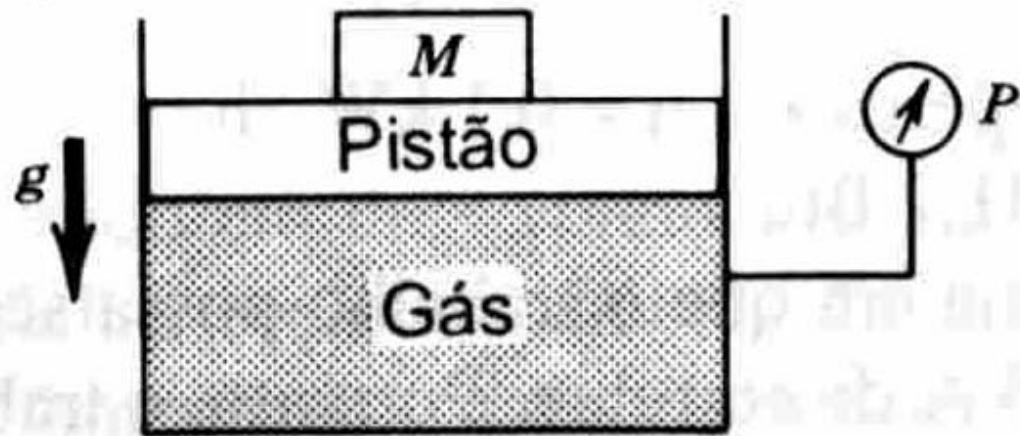
2.10 / 2.12 / 2.14 / 2.15 / 2.21 / 2.22 / 2.24 / 2.28 /
2.30 / 2.31

Team Play: 2.3 / 2.5 / 2.7

Ex. 2.3) As propriedades de um certo gás podem ser relacionadas pela equação de estado dos gases ideais, $PV=MRT$. A constante particular para esse gás R , tem o valor de $0,297 \text{ kJ/kg K}$.

- **a)** Quantas propriedades independentes são necessárias para especificar o estado de uma quantia fixa de massa desse gás?
- **b)** Quais propriedades na equação de estado são intensivas e quais são extensivas?
- **c)** Reescreva a equação de estado em termos de propriedades intensivas.
- **d)** Esquematize o caminho de vários processos isotérmicos (temperatura constante) em um diagrama pressão (ordenada) versus volume específico (abscissa).
- **e)** Qual é a densidade do gás quando se encontra a 20° C e a pressão manométrica é de $1,0 \text{ Mpa}$, e a pressão ambiente é de $0,1 \text{ Mpa}$?

- **Ex. 2.5)** Um pistão que tem uma massa de 2,5 kg encerra um cilindro com diâmetro de 0,080 m. A aceleração local da gravidade é $9,80 \text{ m/s}^2$ e a pressão barométrica local é de 0,100 Mpa. Um bloco de massa M , é colocado sobre o cilindro como ilustrado, e o manômetro indica 12,0 Kpa. Calcule o valor da massa M e a pressão absoluta do gás.



2-12 A Figura P2-12 mostra um pistão instalado em um cilindro. A massa do pistão é 15 kg. A pressão absoluta em A e B são 100 kPa e 125 kPa, respectivamente. Determine o valor e a direção de F_R necessária para manter o pistão em equilíbrio estático. Assuma que a pressão atmosférica atua sobre a haste exposta.

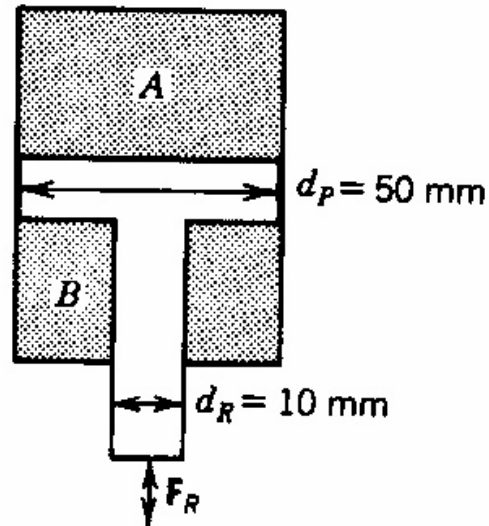


Figura P2-12 Arranjo pistão-cilindro.

2-13 Um aquecedor é instalado em um tanque isolado contendo água. Quando a corrente elétrica circula pelo aquecedor e a temperatura do aquecedor excede a da água, diga se existe alguma troca de calor para ou do sistema se o sistema é formado de:

(a) Apenas a água?

(b) O tanque (incluindo a água, o aquecedor e as paredes do tanque)?

2-14 Informe se o calor e trabalho é positivo, negativo ou nulo. O sistema está identificado em *itálico*.

(a) Uma *bateria* é descarregada através do filamento de uma lâmpada.

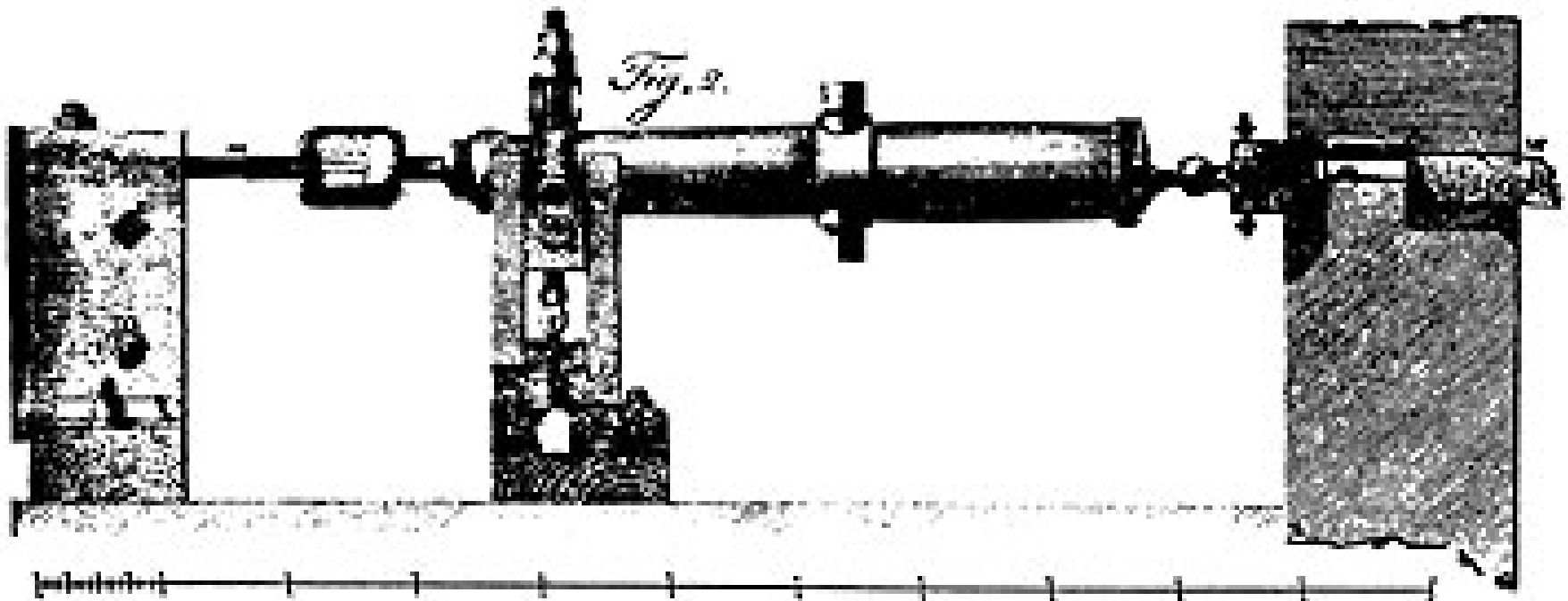
(b) A bateria aciona um *motor elétrico*, o qual movimenta um ventilador. O motor elétrico tem uma eficiência de 100% (trabalho mecânico = trabalho elétrico fornecido).

(c) A bateria aciona um *motor elétrico*, o qual movimenta um ventilador. O motor elétrico tem uma eficiência de 90%.

2-18 Considere o aquecimento de um copo de água em um aparelho comum de microondas. Se o sistema for a água, que tipo de transferência de energia vai ocorrer?

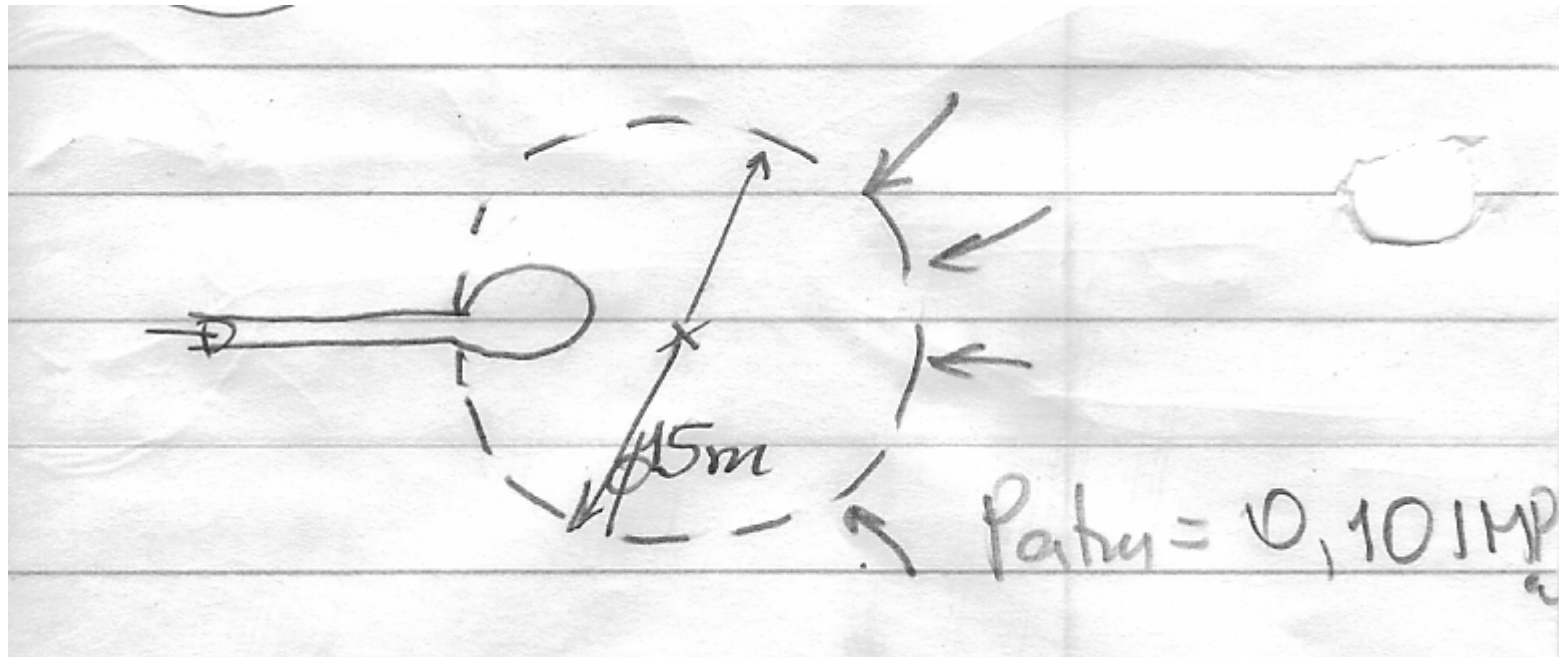
2-17 Rumford mostrou em seu famoso experimento que calor não é uma substância material, colocou um canhão em um tanque de água e usinou o canhão com uma broca cega. O atrito resultante produziu tanto calor que parte da água começou a vaporizar. Assumindo que o tanque de água estava isolado, quais os sinais do calor e trabalho se o sistema for

- (a) O canhão e a broca?
- (b) A água?
- (c) O canhão, a broca e a água?



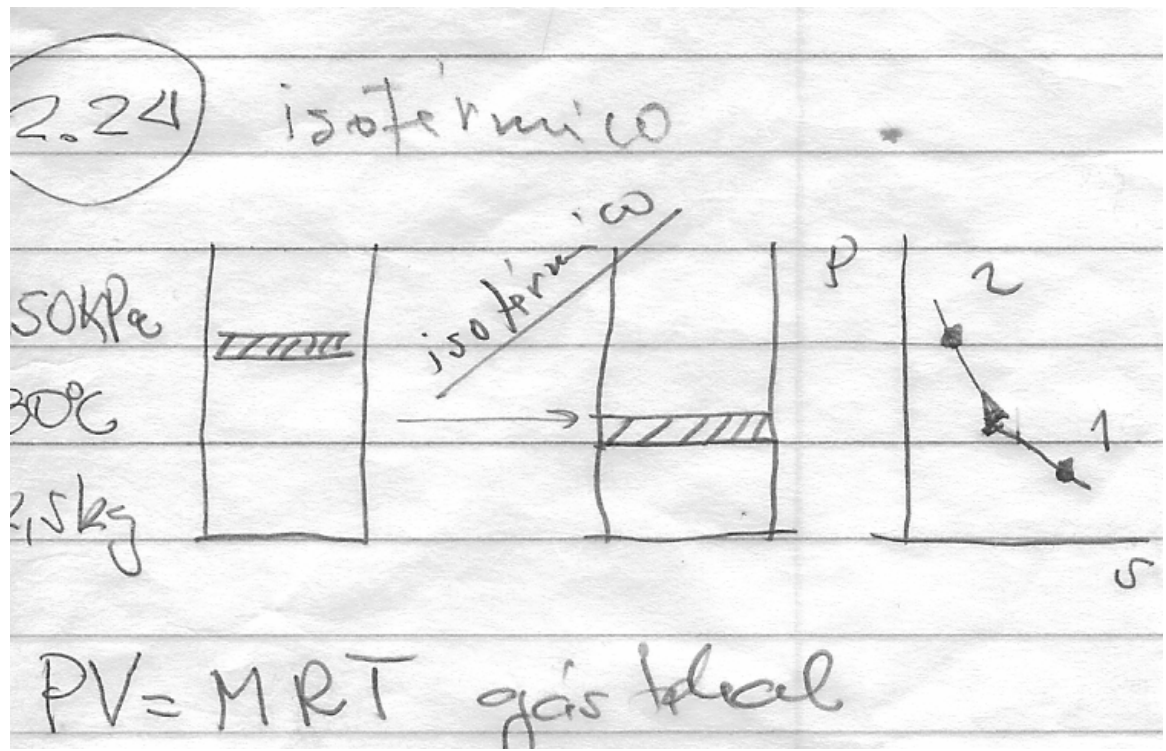
Count Rumford's Cannon Boring Apparatus 1798 –
Benjamin Thompson a.k.a. Count Rumford (1753-1814)

2-22 Um balão esférico grande está inicialmente vazio. Quando é enchido, ele alcança um diâmetro de 15 m. Quanto trabalho é requerido para lentamente encher o balão, quando a pressão atmosférica é 0,101 MPa? Assuma que o material do balão não se deforma.

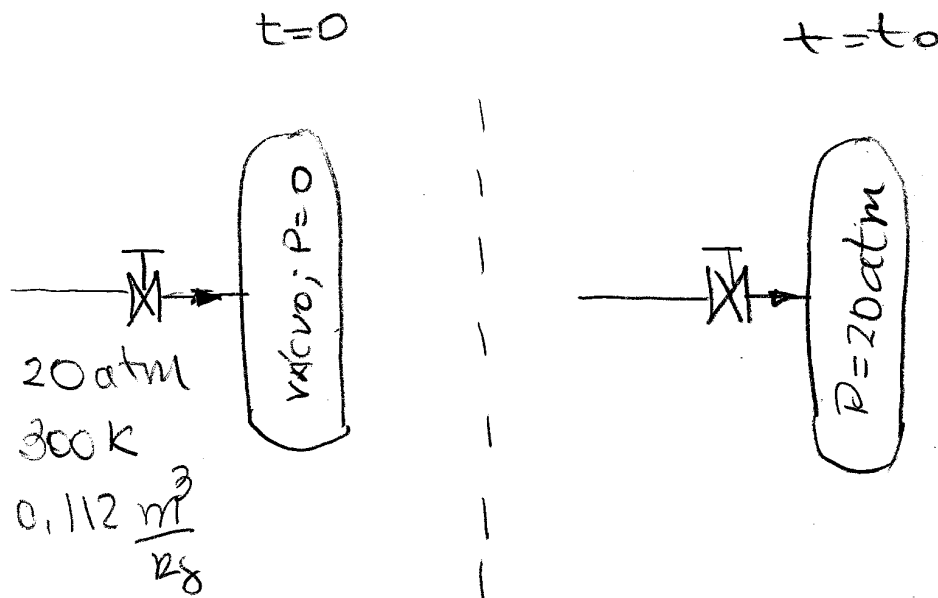


2-24 Um arranjo pistão-cilindro contém 2,5 kg de ar, inicialmente a 150 kPa e 30 °C. O ar, assumido ideal ($PV = MRT$), é comprimido reversivelmente e isotermicamente. O trabalho realizado durante o processo de compressão é igual a 150 kJ. Determine:

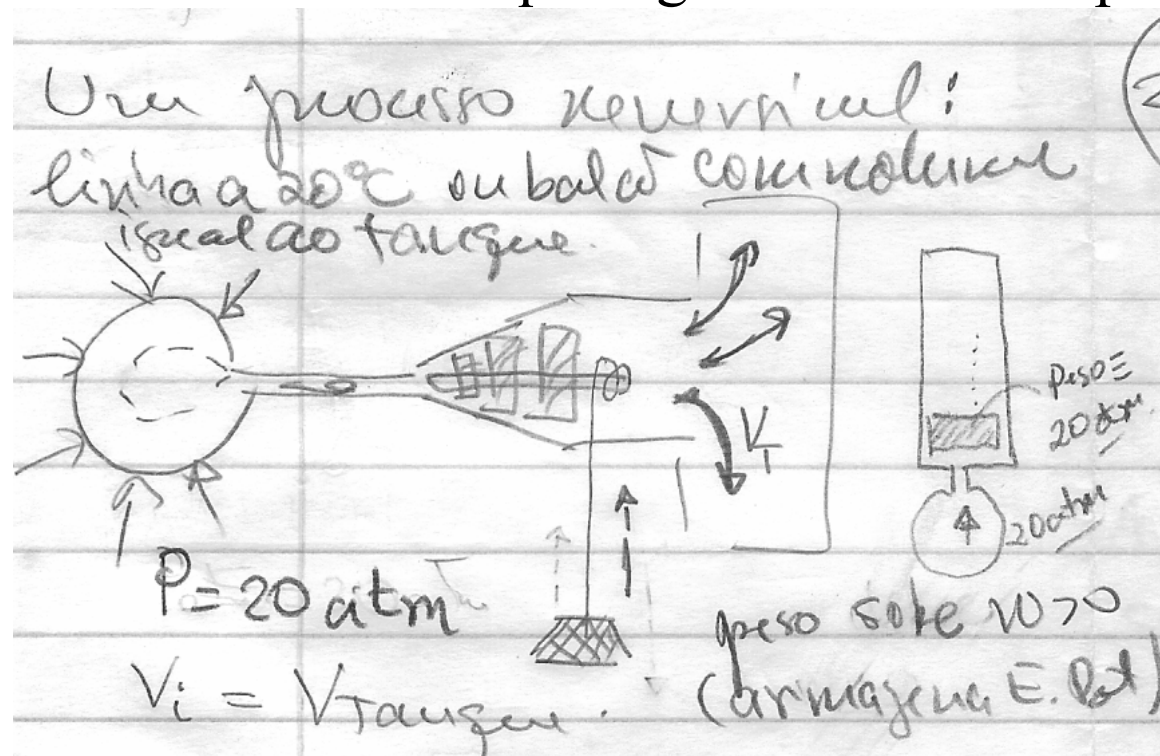
- (a) O volume final do cilindro.
- (b) A pressão final do ar no cilindro.



2-30 Gás propano é usado como combustível para um aquecedor a gás. Uma linha de gás a uma pressão de 20 atm e 300 K ($v = 0,112 \text{ m}^3/\text{kg}$) é usada para encher um tanque de armazenamento inicialmente em vácuo (volume de 1 m^3). A válvula é fechada quando a pressão de propano dentro do tanque alcança 20 atm. Considerando o gás propano que está finalmente no tanque como o sistema, determine o trabalho realizado sobre/ou pelo sistema durante o processo de enchimento.

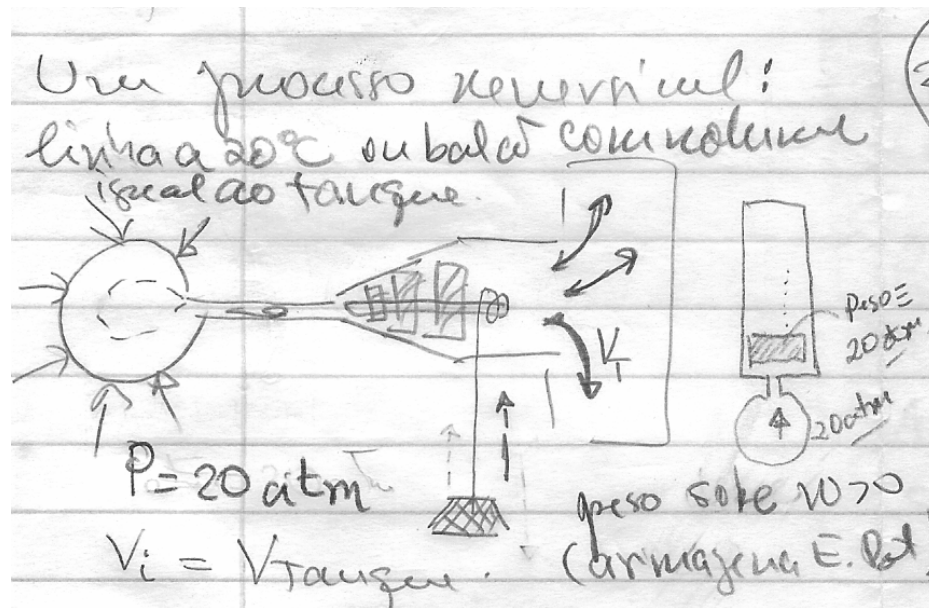


Um processo equivalente: vamos considerar que a linha possa ser representada por um balão que permanece a pressão constante porém seu volume diminui a medida que o gás é transferido para o tanque.



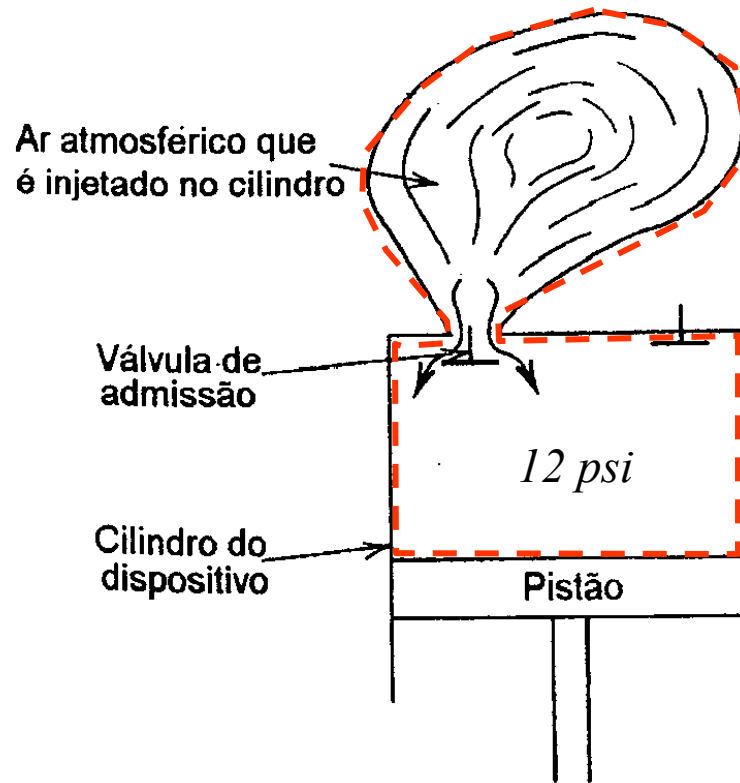
Durante o processo de transferência se colocarmos uma ‘turbina’ o gás ao se expandir para o tanque ‘gira’ a roda e eleva um peso. O trabalho realizado para encher o tanque é: $W = -2\text{MPa} \times 1\text{m}^3$ porque o balão diminui de volume a pressão constante (2MPa).

A colocação da turbina permite que a medida que o sistema recebe trabalho ele também aumenta a energia potencial (eleva o peso) e enche o tanque. Se desejássemos reverter o processo seria possível sem intervenção externa pq armazenamos energia potencial! A isto chamamos de PROCESSO REVERSÍVEL.



Se não colocamos a ‘turbina’ ao final do enchimento a energia potencial é igual a inicial e NUNCA mais conseguiremos voltar ao estado inicial SEM necessitar de trabalho externo. A isto chamamos de PROCESSO IRREVERSÍVEL.

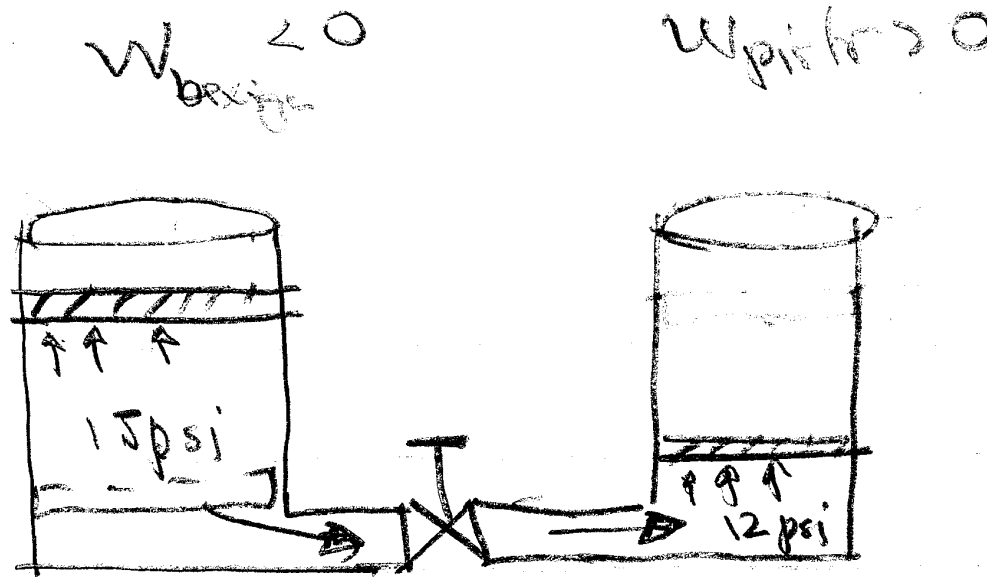
- 2-31E Considere o processo de aspiração de ar no cilindro de um motor de automóvel (Fig. P2-31). O pistão se movimenta para baixo aspirando 18 in.^3 de ar através da válvula de admissão. O volume deslocado pelo pistão durante o tempo de aspiração é 20 in.^3 . Assumindo que a pressão do ar no cilindro durante o tempo de aspiração é uniforme e vale 12 psi , enquanto a pressão atmosférica é 15 psi (a diferença é devido às perdas na válvula de admissão). Calcule
- O trabalho de deslocamento realizado pelo ar sobre a cabeça do pistão.
 - O trabalho total de deslocamento realizado pelo ar que é aspirado pelo cilindro.



$$P_{\text{atm}} = 15 \text{ psi}$$

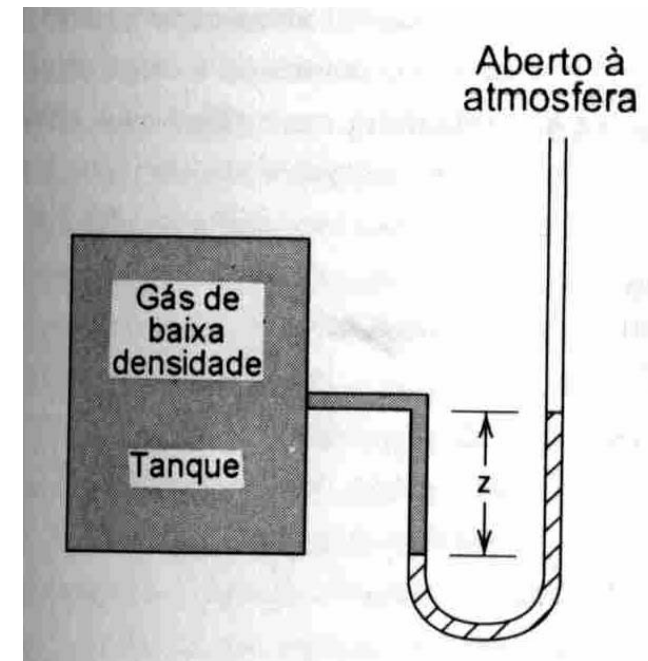
Figura P2-31 Processo de admissão

O sistema possui duas fronteiras, uma que recebe trabalho e outra que realiza. Ele pode ser representado por um sistema equivalente com dois pistões:



$$\begin{aligned}
 W_{LIQ} &= \underbrace{W_{ATM}}_{-15 \times 18} + \underbrace{W_{PISTAO}}_{+12 \times 20} \\
 &= -270 + 240 = -30 \text{ (lbf.in)}
 \end{aligned}$$

- **Ex. 2.7)** Um método de medir pequenas diferenças de pressão emprega um dispositivo chamado manômetro. Na sua forma mais simples, ele é formado por um tubo em formato de U preenchido com um fluido adequado. Mercúrio, água, glicerina e óleos leves são alguns tipos de fluidos utilizados.



Ignorando a densidade do ar atmosférico e do gás do tanque, uma análise hidrostática mostra que a diferença de pressão entre o fluido no tanque e a atmosfera é dado por $P = \rho g z$, onde ρ = densidade do fluido manométrico e z = diferença em altura das duas colunas do fluido manométrico. Determine a pressão manométrica no tanque [em Kpa] se o fluido do manômetro é mercúrio, $z = 10\text{cm}$ e $g = 9,8\text{m/s}^2$.