

Um canhão lança um projétil de massa igual a 1225 kg com velocidade de 762 m/s. O projétil é propelido por uma massa de pólvora de 300 kg, sabe-se que 1 g de pólvora queima produzindo 1500 cal. Pergunta-se qual o rendimento deste canhão considerado como um máquina térmica. Adote 1 cal = 4,2 J.

Dado do problema

- massa da bala (projétil): $m_B = 1225 \text{ kg};$
- velocidade do projétil: $v = 762 \text{ m/s};$
- massa de pólvora: $m_P = 300 \text{ kg};$
- calor produzido pela queima da pólvora: $q = 1500 \text{ cal/g}.$

Esquema do problema

A massa de pólvora (m_P) quando é detonada produz uma quantidade de calor Q , esta energia produzida realiza um trabalho (τ) sobre a bala de massa m_B . Este trabalho será a energia cinética (E_C) que a bala adquire sendo disparada com velocidade v (figura 1).



Solução

Convertendo a quantidade de calor produzida pela queima da pólvora de calorias por grama (cal/g) para joules por quilogramas (J/kg)

$$q = 1500 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \cdot \frac{4,2 \text{ J}}{1 \text{ cal}} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 6300000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 6,3 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

A energia total produzida pela detonação da pólvora será de

$$\begin{aligned} Q &= m_P q \\ Q &= 300 \cdot 6,3 \cdot 10^6 \\ Q &= 3 \cdot 10^2 \cdot 6,3 \cdot 10^6 \\ Q &= 18,9 \cdot 10^2 \cdot 10^6 \\ Q &\approx 1,9 \cdot 10^9 \text{ J} \end{aligned} \quad (\text{I})$$

A energia cinética adquirida pelo projétil será

$$\begin{aligned} E_C &= \frac{m_P v^2}{2} \\ E_C &= \frac{1225 \cdot 762^2}{2} \\ E_C &= \frac{1225 \cdot 580664}{2} \\ E_C &= \frac{711288900}{2} \\ E_C &= 355644450 \\ E_C &\approx 3,6 \cdot 10^8 \text{ J} \end{aligned} \quad (\text{II})$$

Como o trabalho realizado é igual a energia cinética ($\tau = E_c$) o rendimento será de

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\tau}{Q} \\ \eta &= \frac{3,6 \cdot 10^8}{1,9 \cdot 10^9} \\ \eta &= \frac{3,6 \cdot 10^8}{1,9 \cdot 10^9} \\ \eta &\simeq 1,89 \cdot 10^8 \cdot 10^{-9} \\ \eta &\simeq 1,89 \cdot 10^{-1} \\ \eta &\simeq 0,189 = \frac{18,9}{100}\end{aligned}$$

$$\boxed{\eta \simeq 18,9 \%}$$