Um caminhão tanque se desloca com velocidade constante de 20 m/s. Percebendo um obstáculo o motorista freia bruscamente e o veículo leva 8 s até parar. Supondo o tanque com a forma de um cilindro horizontal com 3 m de comprimento e completamente cheio de óleo com massa específica igual a 0,8 g/cm^3, pede-se calcular a pressão exercida pelo óleo na parede anterior do tanque durante a freada.

Esquema do problema

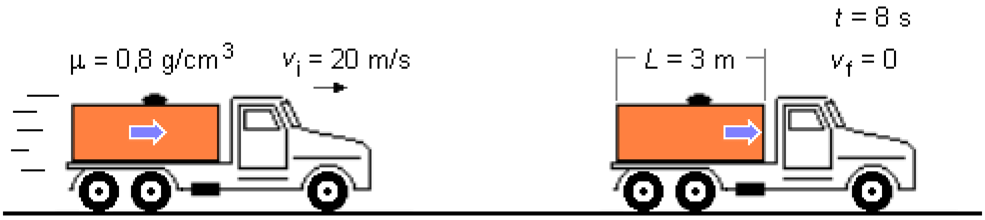

figura 1

No começo do movimento o óleo se move junto com o caminhão com a mesma velocidade, quando o caminhão freia o óleo tem a tendência de continuar o movimento, mas como ele está limitado pelas paredes do tanque ele vai exercer uma pressão na parede da frente do tanque (figura 1).

Dados do problema

- velocidade inicial do caminhão: $v_i = 20\text{ m/s}$;
- velocidade final do caminhão: $v_f = 0$;
- tempo que o caminhão leva para parar: $\Delta t = 8\text{ s}$;
- comprimento do tanque de óleo: $L = 3\text{ m}$ L=3 m;
- massa específica do óleo: $\mu = 0{,}8\text{ g/cm}^3$.

Solução

Em primeiro lugar vamos transformar as unidades da massa específica do óleo dado em g/cm^3 para kg/m^3 usado no *Sistema Internacional (S.I.)*

$$1\text{ g} = 0{,}001\text{ kg} = 10^{-3}\text{ kg}$$

$$1\text{ cm} = 0{,}01\text{ m} = 10^{-2}\text{ m}$$

$$\mu = 0{,}8\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0{,}8.\frac{10^{-3}\text{ kg}}{\left(10^{-2}\text{ m}\right)^3} = 0{,}8.\frac{10^{-3}\text{ kg}}{10^{-6}\text{ m}^3} = 0{,}8.10^{-3}.10^{6}\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0{,}8.10^{3}\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 800\text{ kg}/\text{m}^3$$

A pressão (P) que o óleo vai exercer sobre a parede anterior do tanque será dada por

$$P = \frac{F_o}{A} \qquad \text{(I)}$$

onde F_o é a força exercida pelo óleo contra a parede do tanque durante o tempo de frenagem e A é a área da parede.

O impulso da forca de frenagem do caminhão será

$$I = F_f.\Delta t \qquad \text{(II)}$$

onde F_f é a força de frenagem do caminhão e Δt o tempo em que ela age sobre o caminhão.

As forças do óleo sobre a parede do tanque e de frenagem estão representadas na figura 2, elas possuem mesma intensidade e direção e sentidos opostos, assim podemos escrever

$$F_{\text{o}}=-F_{\text{f}} \qquad \text{(III)}$$

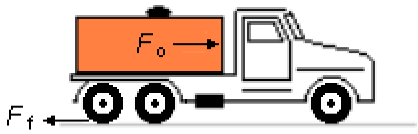

figura 2

Pelo *Teorema do Impulso* temos que o impulso é igual a variação da quantidade de movimento

$$I=\Delta Q=Q_{\text{f}}-Q_{\text{i}} \qquad \text{(IV)}$$

igualando (II) e (IV) e usando (III) obtemos

$$Q_{\text{f}}-Q_{\text{i}}=-F_{\text{o}}.\Delta t \qquad \text{(V)}$$

A quantidade de movimento é dada por

$$Q=m.v \qquad \text{(VI)}$$

substituindo este valor (VI) em (V) temos

$$m.v_{\text{f}}-m.v_{\text{i}}=-F_{\text{o}}.\Delta t$$

mas a velocidade final do caminhão é zero (ele para), então o primeiro termo do lado esquerdo da igualdade desaparece e ficamos com

$$-m.v_{\text{i}}=-F_{\text{o}}.\Delta t \qquad \text{(VII)}$$

Aqui a massa considerada é a de óleo que faz pressão contra a parede do taque, a massa de óleo em função da massa específica dada no problema é calculada por

$$m=\mu.V \qquad \text{(VIII)}$$

onde V é o volume do tanque de forma cilíndrica. O volume de um cilindro será a área da base multiplicada pela altura (figura 3)

$$V=A.L \qquad \text{(IX)}$$

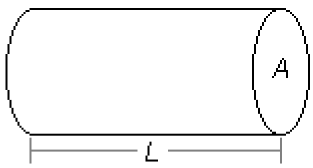

figura 3

substituindo (IX) em (VIII)

$$m=\mu.A.L \qquad \text{(X)}$$

e substituindo (X) em (VII) ficamos com

$$F_{\text{o}}.\Delta t=\mu.A.L.v_{\text{i}}$$

arranjando esta expressão podemos escrever

$$\frac{F_{\text{o}}}{A}=\frac{\mu.L.v_{\text{i}}}{\Delta t} \qquad \text{(XI)}$$

Agora podemos ver que o lado esquerdo da expressão (XI) é igual ao lado direito da expressão (I) que nos dá a pressão desejada, então igualando estes valores temos

$$P=-\frac{\mu.L.v_{\text{i}}}{\Delta t}$$

Finalmente substituindo os valores numéricos dados no problema

$$P=\frac{800.3.20}{8}$$

$$\boxed{P=6000\ \text{Pa}=6.10^{3}\ \text{Pa}}$$