

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

$$P = \frac{W}{t} = F.V = T.\omega$$

● محاسبه توان

$$P = \frac{W}{t}$$

توان برابر است با کار انجام شده در واحد زمان $W=J/s$

$$P = F.V$$

توان برابر است با نیرو ضربدر سرعت

$$W = F.d , V = \frac{d}{t} , P = \frac{W}{t} = \frac{F.d}{t} = F \frac{d}{t}$$

$$P = T.\omega$$

توان برابر است با گشتاور ضربدر سرعت زاویه ای

$$V = r.\omega \quad \dots \quad P = F.r.\omega$$

نمودار فشار حجم (P-V)

P.V

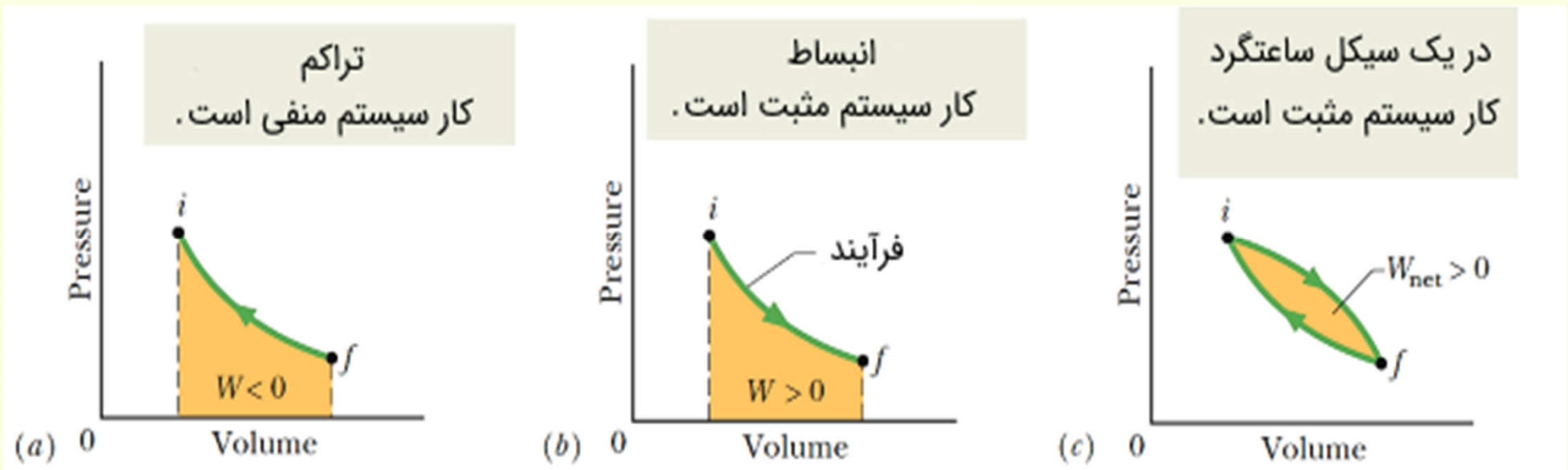
$$P = \frac{F}{A} , \quad V = A.d$$

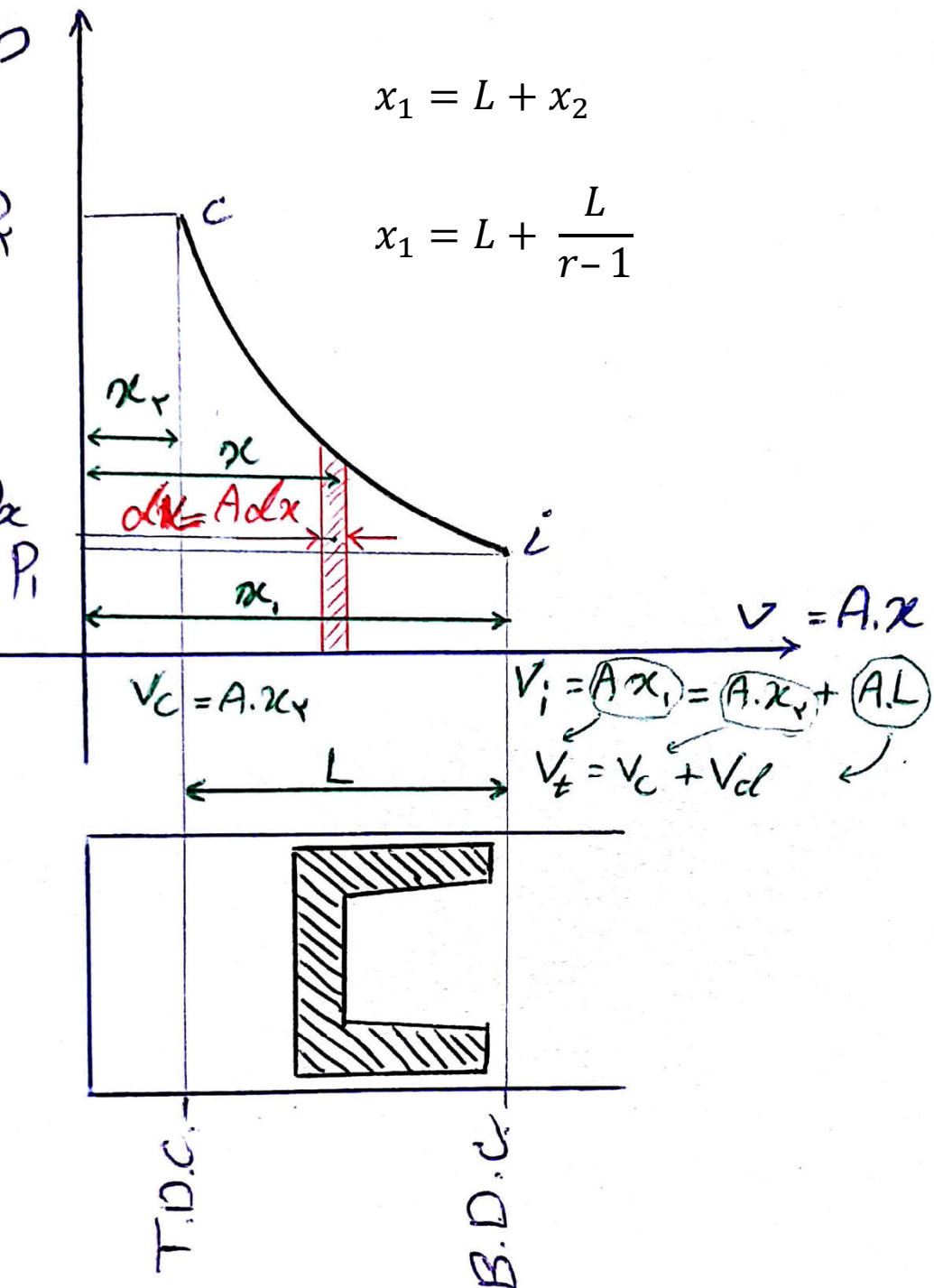
$$P.V = \frac{F}{A} A.d \qquad \frac{N}{m^2} m^3 = N.m$$

جابجایی . نیرو = حجم . فشار

$$P.V = F.d$$

سطح زیر نمودار فشار-حجم =
زمان توان



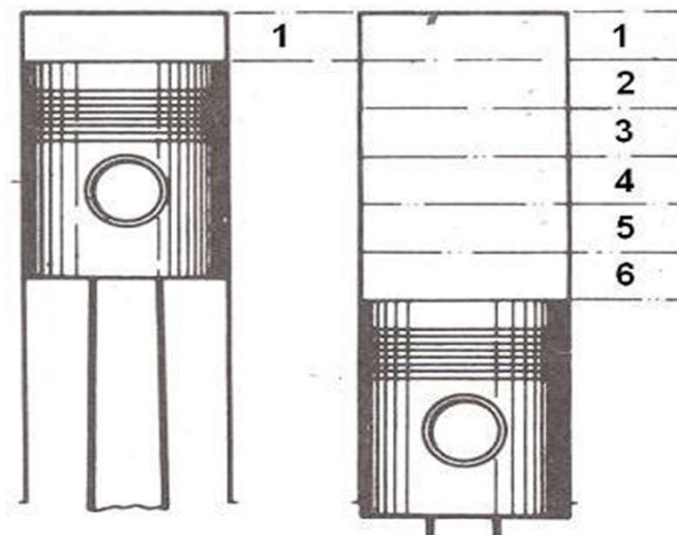


$$r = \frac{V_t}{V_c} = \frac{X_1}{X_2}$$

$$V_t = A \cdot x_1$$

$$V_c = A \cdot x_2$$

$$V_d = A \cdot L$$



$$r = \frac{V_t}{V_c}$$

$$V_t = V_c + V_d$$

$$r = \frac{V_c + V_d}{V_c} = \frac{V_c}{V_c} + \frac{V_d}{V_c} = 1 + \frac{V_d}{V_c}$$

$$V_d = A \cdot L$$

$$V_c = A \cdot x_2$$

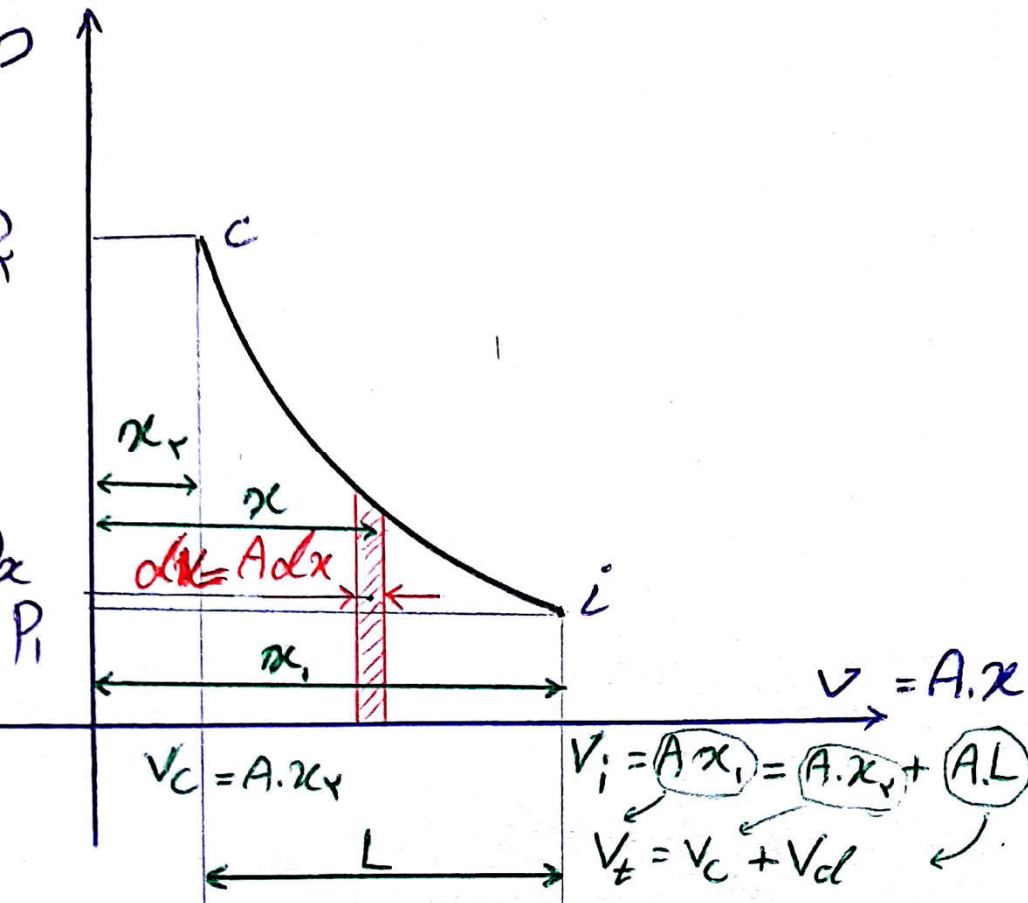
$$r = 1 + \frac{L}{x_2}$$

$$x_2 = \frac{L}{r-1}$$

$$x_1 = L + x_2$$

$$x_1 = L + \frac{L}{r-1}$$

$$x_1 = \frac{rL}{r-1}$$



در یک موتور با نسبت تراکم ۹/۲:۱ ، اگر فشار انتهای مکش ۰/۹ bar باشد
فشار انتهای تراکم چقدر خواهد بود؟

$$P.V^n = Cte$$

$$P_i.V_i^n = P_x.V_x^n$$

$$P_i.(A.x_1)^n = P_x.(A.x_x)^n$$

$$P_i.x_1^n = P_x.x_x^n$$

$$P_x = P_i.\left(\frac{x_1}{x}\right)^n$$

$$P_i = 0.9 \text{ bar} = 90 \text{ kpa}$$

$$r = 9.2$$

$$P_x = ?$$

$$P_x = P_i.\left(\frac{x_1}{x}\right)^n$$

$$P_x = P_i.(r)^n$$

$$P_x = 90,000 \times (9.2)^{1.3}$$

$$P_x = 1611263.93 \text{ pa}$$

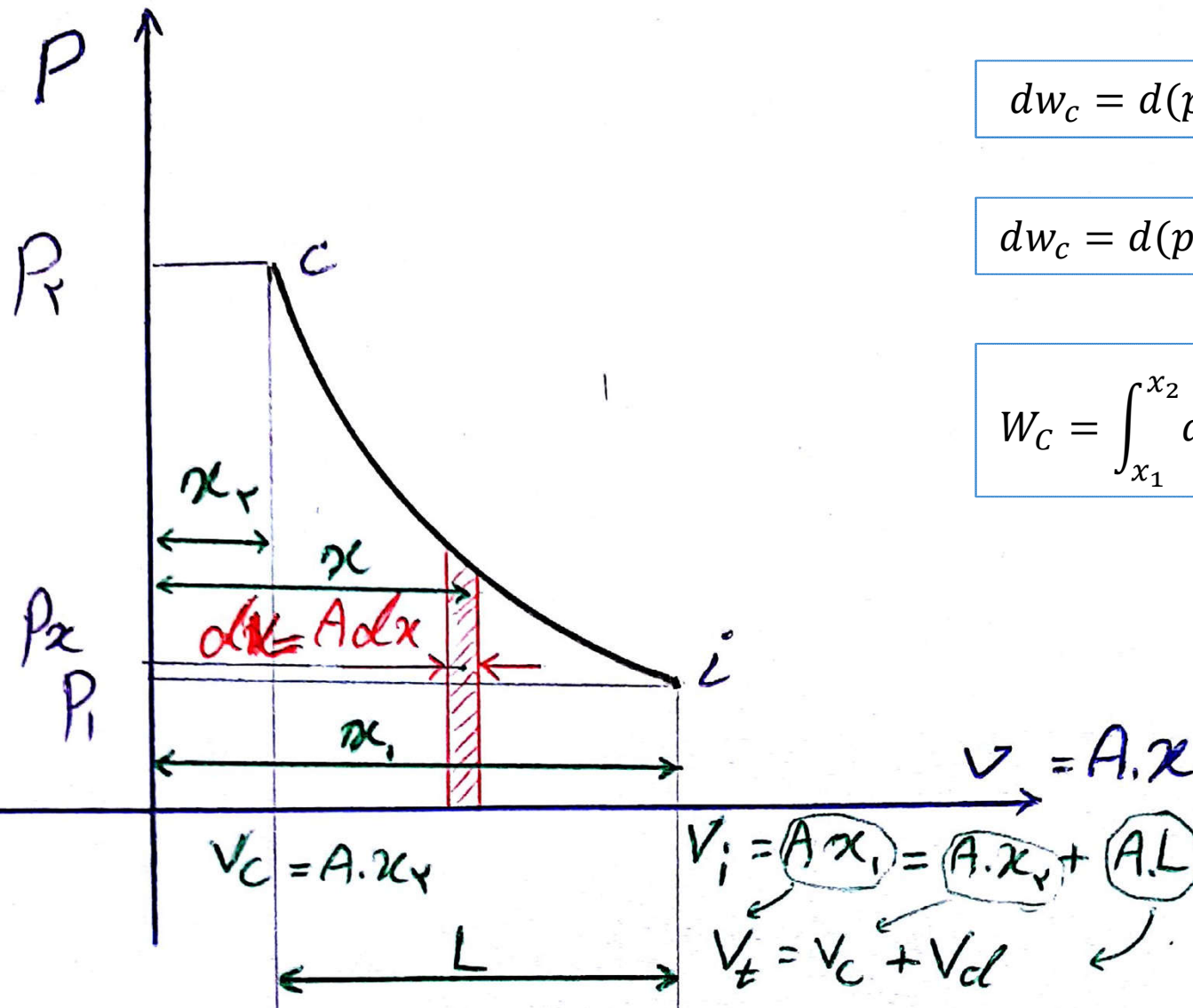
$$P_x = 1611.26 \text{ kpa}$$

$$W_C = \sum_1^n w_c$$

$$W_C = \int_1^n dw_c$$

$$W = F.d = P.V \quad dw = d(p.v)$$

محاسبه کار تراکم



$$dw_c = d(p_x \cdot v) = d(p_x \cdot A \cdot x)$$

$$dw_c = d(p_x \cdot A \cdot x)$$

$$W_C = \int_{x_1}^{x_2} d(p_x \cdot A \cdot x)$$

P_x برای هر المانی مشخص است اما از ابتدای تراکم و تا انتهای آن به تدریج تغییر می کند

$$V_i = A \cdot x_i = A \cdot x_c + A \cdot L$$

$$V_i = V_c + V_d$$

$$W_C = \int_{x_1}^{x_2} d(p_i \cdot (\frac{x_1}{x})^n \cdot A \cdot x) \quad , \quad W_C = \int_{x_1}^{x_2} p_i \cdot (\frac{x_1}{x})^n \cdot A \cdot dx$$

$$W_C = p_i \cdot A \cdot x_1^n \cdot \int_{x_1}^{x_2} (\frac{1}{x})^n \cdot dx \quad , \quad (\frac{1}{x})^n = x^{-n}$$

$$W_C = p_i \cdot A \cdot x_1^n \cdot \int_{x_1}^{x_2} x^{-n} \cdot dx \quad , \quad \int_i^j x^n \cdot dx = [\frac{x^{n+1}}{n+1}]_i^j$$

$$W_C = p_i \cdot A \cdot x_1^n \cdot [\frac{x^{-n}}{-n+1}]_{x_1}^{x_2}$$

$$W_C = p_i \cdot A \cdot (\frac{rL}{r-1})^n \cdot \frac{1}{1-n} [x_2^{(1-n)} - x_1^{(1-n)}]$$

در محاسبات موتور
از پارامترهای کورس L و نسبت
تراکم Γ استفاده می شود
و x_1 و x_2 مورد نظر نمی باشند.

$$W_C = \frac{p_i \cdot A}{1-n} \cdot (\frac{rL}{r-1})^n \cdot [(\frac{L}{r-1})^{1-n} - (\frac{rL}{r-1})^{(1-n)}]$$

کار مرحله تراکم

$$W_C = \frac{p_i \cdot A}{1-n} \cdot \left(\frac{rL}{r-1}\right)^n \cdot \left[\left(\frac{L}{r-1}\right)^{1-n} - \left(\frac{rL}{r-1}\right)^{(1-n)} \right]$$

$$W_C = \frac{p_i \cdot A \cdot L}{1-n} \cdot \left(\frac{r^n - r}{r-1}\right) = \frac{p_i \cdot V_d}{1-n} \cdot \left(\frac{r^n - r}{r-1}\right)$$

$$W_C = \frac{p_i \cdot \pi \cdot b^2 \cdot L}{4(1-n)} \cdot \left(\frac{r^n - r}{r-1}\right)$$

$$n=1.3$$

مسئله ۱: موتور چهار زمانه و ۴ سیلندر دارای نسبت تراکم ۹/۸، قطر پیستون ۸۸ mm، کورس پیستون ۹۳ mm و فشار انتهای مکش ۰/۹ bar می باشد. اگر قطر سیلندر و پیستون را برابر بگیریم مطلوب است:

$$T = 4$$

$$K = 4$$

$$r = 9.8$$

$$d = b = 88 \text{ mm}$$

$$L = 93 \text{ mm}$$

$$P_i = 0.9 \text{ bar} = 90 \text{ kpa}$$

$$V_c = ? \text{ cm}^3$$

$$P_x = ? \text{ kpa}$$

$$W_c = ? \text{ j}$$

الف) حجم تراکم یک سیلندر.

ب) فشار سیلندر در انتهای تراکم

ج) کار تراکم یک سیلندر

$$V_c = A \cdot x_2$$

$$x_2 = \frac{L}{r-1} = \frac{9.3}{9.8-1}$$

$$x_2 = 1.06 \text{ cm}$$

$$A = \frac{\pi b^2}{4} = \frac{3.14 \times 8.8^2}{4}$$

$$A = 60.79 \text{ cm}^2$$

$$V_c = 60.79 \times 1.06$$

$$V_c = 64.4 \text{ cm}^3$$

$$P_1 \cdot V_1^n = P_2 \cdot V_2^n$$

$$P_c \cdot V_c^n = P_i \cdot V_t^n$$

$$P_c = P_i \cdot \left(\frac{V_t}{V_c}\right)^n$$

$$P_c = P_i \cdot (r)^n$$

$$P_c = 0.9 \times (9.8)^{1.3}$$

$$P_c = 17.49 \text{ kpa}$$

$$W_c = \frac{p_i \cdot A \cdot L}{1-n} \cdot \left(\frac{r^n - r}{r-1}\right)$$

$$W_c = \frac{90000 \times (60.79 \times 10^{-4}) \times 0.093}{1-1.3} \cdot \left(\frac{9.8^{1.3} - 9.8}{9.8-1}\right)$$

$$W_c = -185.7 \text{ J}$$

محاسبه کار انبساط expansion

کار مرحله انبساط را نیز می توان مانند کار مرحله تراکم محاسبه کرد.

$$\frac{P_{e_1}}{P_{c_1}} = \frac{P_{e_2}}{P_{c_2}} = \frac{P_{e_3}}{P_{c_3}} = \dots = \frac{P_{e_n}}{P_{c_n}} = a$$

a ضریب افزایش فشار است.

و تابع سوخت به نسبت تراکم و ...
برای موتور بنزینی
 $a = 4.5 - 5$

$$P_{e_1} = aP_{c_1}$$

$$P_{e_2} = aP_{c_2}$$

$$P_{e_3} = aP_{c_3}$$

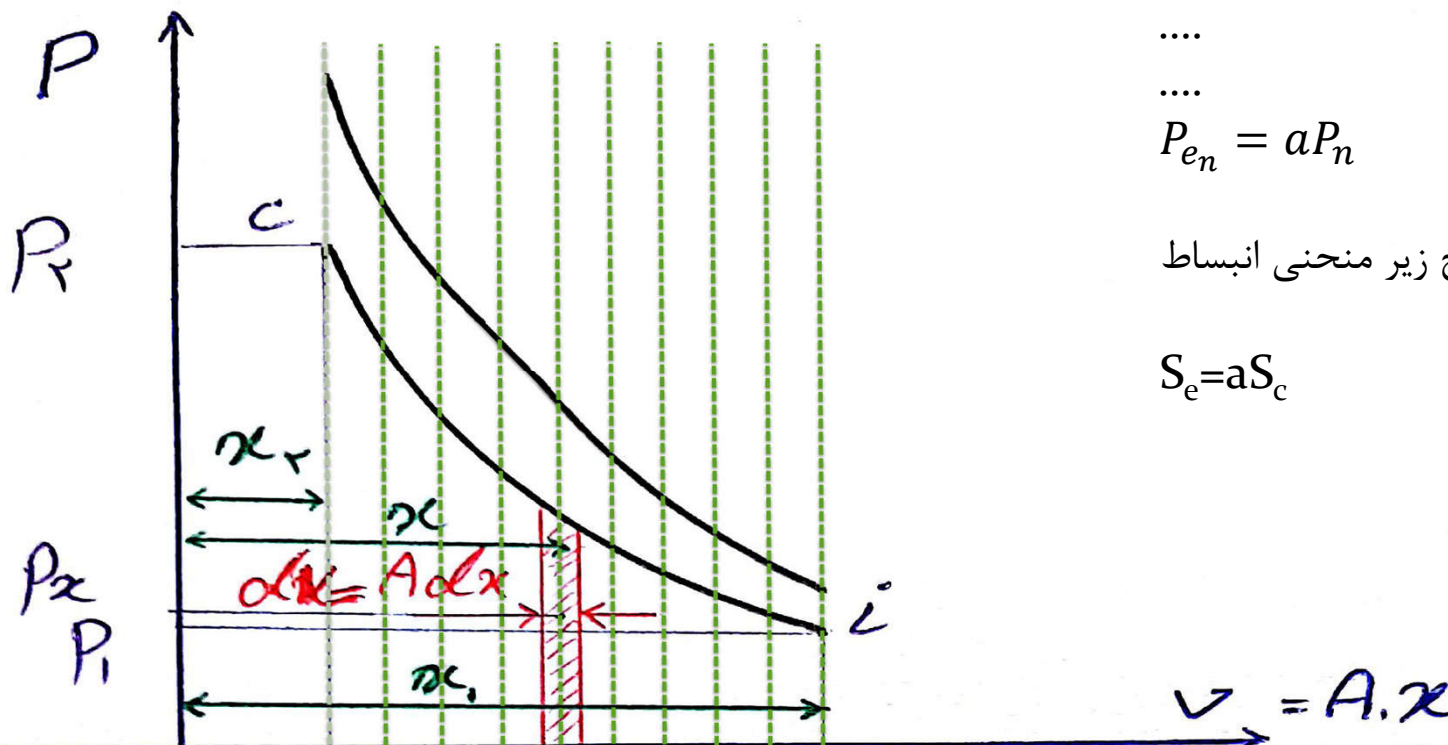
• • • •

• • • •

$$P_{e_n} = aP_n$$

سطح زیر منحنی تراکم $\times a$ = سطح زیر منحنی انبساط

$$S_e = a S_c$$



محاسبه کار انبساط

$$W_e = a \cdot |W_c|$$

$$W_e = \frac{p_i \cdot \pi \cdot b^2 \cdot L}{4(n-1)} \cdot \left(\frac{r^n - r}{r-1} \right) a$$

محاسبه کار مفید

$$W_u = W_e - |W_c|$$

$$W_u = a \cdot |W_c| - |W_c|$$

$$W_u = |W_c|(a-1)$$

$$W_u = \frac{p_i \cdot \pi \cdot b^2 \cdot L}{4(n-1)} \cdot \left(\frac{r^n - r}{r-1} \right) (a-1)$$

محاسبه کار مفید عملی

محاسبات بالا برای نمودار تئوری سیکل اتو است. سیکل عملی متفاوت است. طبق قرارداد سطح بین نمودار فشار-حجم نمودار عملی ۹۰ درصد از سطح بین نمودار فشار-حجم نمودار تئوری است.

f ضریب اصلاح نمودار سیکل تئوری و عملی است.

اختلاف سیکل تئوری و عملی بر اساس نوع طراحی موتور متفاوت است.

$$f = \frac{\text{سطح زیر نمودار فشار - حجم سیکل عملی}}{\text{سطح زیر نمودار فشار - حجم سیکل تئوری}}$$

$$W_{u_a} = W_u \cdot f = |W_c|(a-1) \cdot f$$

$$W_{u_a} = \frac{p_i \cdot \pi \cdot b^2 \cdot L \cdot f}{4(n-1)} \cdot \left(\frac{r^n - r}{r-1} \right) (a-1)$$

اگر در مسئله ۱ ضریب افزایش فشار ۴/۵ و ضریب اصلاح نمودار برابر ۰/۹ باشد، مطلوب است:

(د) کار مرحله انبساط

(ه) کار مفید

(و) کار مفید عملی

$$a=4.5$$

$$f=0.9$$

$$W_e = a \cdot |W_c| = 4.5 \times 185.7$$

$$W_e = 835.7 \text{ j}$$

$$W_u = W_e - |W_c| = |W_c|(a-1)$$

$$W_u = 835.7 - 185.7$$

$$W_u = 645 \text{ j}$$

$$W_{u_a} = W_u \cdot f = 6.51 \times 0.9$$

$$W_{u_a} = 580.5 \text{ j}$$

تمرین

در یک موتور با نسبت تراکم $۸/۲:۱$ ، اگر فشار انتهای مکش $۰/۸۸ \text{ bar}$ باشد:

الف) فشار انتهای تراکم چقدر خواهد بود؟

ب) اگر کورس پیستون ۸۰ میلیمتر باشد فشار در نیمه کورس پیستون چقدر خواهد بود؟

مسئله 2: موتور چهار زمانه و ۴ سیلندر دارای نسبت تراکم $۸/۸$ ، قطر پیستون ۸۲ mm ، کورس پیستون ۹۰ mm و فشار انتهای مکش $۰/۸۵ \text{ bar}$ و ضریب افزایش فشار $۴/۵$ می باشد. اگر قطر سیلندر و پیستون را برابر بگیریم مطلوب است:

الف) حجم تراکم و جابجایی هر سیلندر.

ب) فشار سیلندر در نیمه کورس پیستون و انتهای تراکم.

ج) کار تراکم و انبساط هر سیلندر.

د) کار مفید هر سیلندر.

با سپاس از شما بزرگواران
و من الله توفیق

