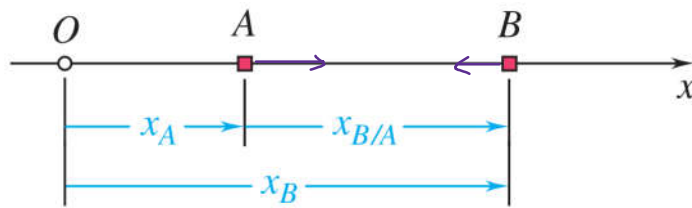


حرکت نسبی و حرکت واپسته

حرکت نسبی دو جسم



$$x_B = x_A + x_{B/A}$$

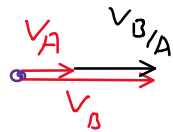
$$v_B = v_A + v_{B/A}$$

$$a_B = a_A + a_{B/A}$$

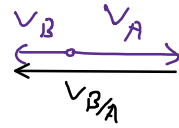
$$x_{B/A} = x_B - x_A$$

$$v_{B/A} = v_B - v_A$$

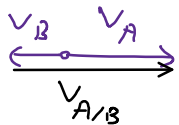
$$a_{B/A} = a_B - a_A$$



$$v_{B/A} = v_B - v_A$$



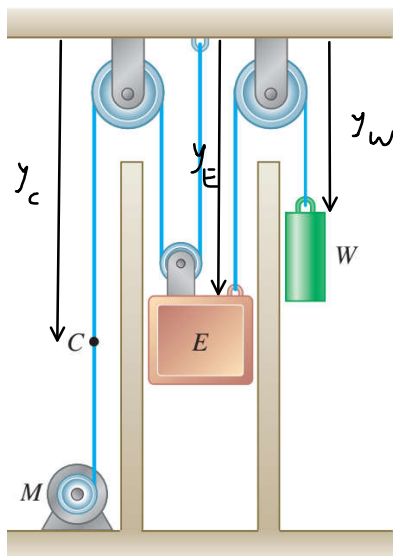
$$v_{B/A} = v_B - v_A = -10 - 20 = -30 \leftarrow$$



$$v_{A/B} = v_A - v_B = 20 - (-10) = 30 \rightarrow$$

مثال: آسانسور E از سکون و با شتاب ثابت به سمت بالا شروع به حرکت می‌کند. اگر وزنه تعادل W در ۵ ثانیه، 30 ft حرکت کند؛ تعیین کنید:

(الف) شتاب آسانسور و کابل C، (ب) سرعت آسانسور E نسبت به وزنه تعادل W بعد از ۵ ثانیه



$$\text{DoF} = 3 - 2 = 1$$

$$a_E = \text{constant} \uparrow \quad v_E = 0 \rightarrow v_{E/W} = v_E = 0$$

$$\text{When } t = 5 \text{ s} \rightarrow \Delta y_W = 30 \text{ ft} \rightarrow \Delta y = \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow 30 = \frac{1}{2} a_W \times 5^2$$

$$a_E = ? \quad a_C = ?$$

$$\text{When } t = 5 \text{ s} \rightarrow v_{E/W} = ?$$

$$a_W = 2.4 \text{ ft/s}^2$$

$$\begin{cases} y_W + y_E = \text{Constant} \\ 2y_E + y_C = \text{Constant} \end{cases}$$

$$a_W + a_E = 0 \rightarrow 2.4 + a_E = 0 \rightarrow a_E = -2.4 \text{ ft/s}^2 \uparrow$$

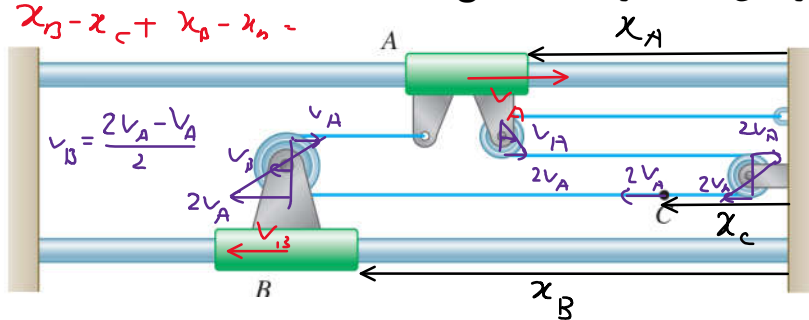
$$2a_E + a_C = 0 \rightarrow 2(-2.4) + a_C = 0 \rightarrow a_C = 4.8 \text{ ft/s}^2 \downarrow$$

$$v_E = -2.4 \times 5 = -12, \quad v_W = 2.4 \times 5 = 12 \rightarrow v_{E/W} = v_E - v_W = -12 - 12 = -24 \text{ ft/s} \uparrow$$

$$a_{E/W} = a_E - a_W = -2.4 - 2.4 = -4.8 \text{ ft/s}^2 \rightarrow v_{E/W} = a_{E/W} t + v_{E/W} = -4.8 \times 5 = -24 \text{ ft/s} \uparrow$$

مثال: طوقه A از سکون و با شتاب ثابت به سمت راست شروع به حرکت می کند. می دانیم که بعد از ۸ ثانیه، سرعت طوقه B نسبت به طوقه A، 610 mm/s است. تعیین کنید:

(الف) شتاب A و شتاب B، (ب) سرعت و تغییر مکان B بعد از ۶ ثانیه، (ج) شتاب نقطه C نسبت به B



$$DOF = 2 - 1 = 1$$

$$a_A = \text{Constant} \rightarrow v_A = c \rightarrow v_B = 0$$

$$t = 8s \rightarrow v_{B/A} = 610 \text{ mm/s}$$

$$a_A = ? \quad a_B = ? \quad a_{C/B} = ?$$

$$t = 6s \rightarrow v_B = ? \quad \Delta x_B = ?$$

$$t = 8s \rightarrow v_{B/A} = 610 \text{ mm/s} : v_{B/A} = a_{B/A} t + v_{B/A} \rightarrow 610 = a_{B/A} \times 8 \rightarrow a_{B/A} = 76.25 \text{ mm/s}^2$$

$$2x_A + x_B + (x_B - x_A) = \text{Constant}$$

$$\frac{v_{B/A} = 610}{v_{B/A} = v_B - v_A}$$

$$a_{B/A} = a_B - a_A$$

$$x_A + 2x_B = \text{Constant}$$

$$\begin{cases} a_A + 2a_B = 0 \rightarrow a_B - 76.25 + 2a_B = 0 \rightarrow a_B = 25.4 \text{ mm/s}^2 \\ a_B - a_A = 76.25 \rightarrow a_A = a_B - 76.25 \end{cases}$$

$$a_A = -50.8 \text{ mm/s}^2$$

$$v_B = a_B t = 25.4 \times 6 = 152.4 \text{ mm/s} \leftarrow$$

$$\Delta x_B = \frac{1}{2} a_B t^2 = \frac{1}{2} \times 25.4 \times 6^2 = 457.2 \text{ mm} \leftarrow$$

$$2x_A + x_C = \text{Constant}$$

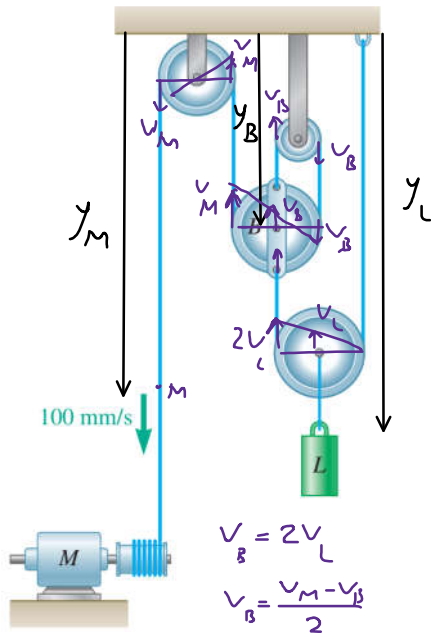
$$2a_A + a_C = 0$$

$$2(-50.8) + a_C = 0 \rightarrow a_C = 101.6 \text{ mm/s}^2$$

$$a_{C/B} = a_C - a_B = 101.6 - 25.4 = 76.2 \text{ mm/s}^2 \leftarrow$$

مثال: موتور M، کابل را با سرعت ثابت 100 mm/s می چرخاند. مطلوب است:

(الف) سرعت بار L، (ب) سرعت قرقره B نسبت به بار L



$$DOF = 3 - 2 = 1$$

$$\begin{cases} y_M + 3y_B = \text{Constant} \\ y_L + (y_L - y_B) = \text{Constant} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_M + 3v_B = 0 \rightarrow v_M + 3(2v_L) = 0 \rightarrow 100 + 6v_L = 0 \\ 2v_L - v_B = 0 \rightarrow v_B = 2v_L \rightarrow v_B = -33.3 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \uparrow \end{cases} \quad \boxed{v_L = -16.7 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \uparrow}$$

$$v_{B/L} = v_B - v_L = -33.3 - (-16.7) = -16.7 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \uparrow$$