

- ①  $x_1 = 0.5(1+r_1)U_A + r_1 e^{-sT_1} y_1$
- ②  $x_2 = (1+r_3) e^{-sT_1} x_1 + r_3 e^{-sT_1} y_2$
- ③  $x_3 = (1+r_2) e^{-sT_2} x_2 + r_2 e^{-sT_2} y_3$
- ④  $x_4 = (1+r_3) e^{-sT_3} x_3 + r_3 e^{-sT_3} y_4$
- ⑤  $U_L = (1+r_2) e^{-sT_4} x_4$
- ⑥  $y_4 = -\frac{r_2}{1+r_2} U_L$
- ⑦  ~~$y_4 = \frac{1}{1+r_2} U_L$~~

$$\begin{aligned}
 x_4 &= \frac{1}{1+r_2} e^{+sT_4} U_L \\
 x_5 &= x_4 - r_3 e^{-sT_4} y_4 \\
 &= \frac{1}{1+r_2} e^{+sT_4} U_L - r_3 e^{-sT_4} \left( -\frac{r_2}{1+r_2} U_L \right) \\
 &= \frac{e^{+sT_4}}{1+r_2} U_L + \frac{r_3 r_2 e^{-sT_4}}{1+r_2} U_L \\
 &= \left( \frac{e^{+sT_4}}{1+r_2} + \frac{r_3 r_2 e^{-sT_4}}{1+r_2} \right) U_L
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x_6 &= \frac{1}{(1+r_3)} x_5 \\
 &= \frac{e^{+sT_4} + r_3 r_2 e^{-sT_4}}{(1+r_3)(1+r_2)} U_L
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_4 &= (1-r_3) e^{-sT_4} x_4 - r_3 x_6 \\
 &= (1-r_3) e^{-sT_4} \left( \frac{1}{1+r_2} e^{+sT_4} U_L \right) - r_3 x_6 \\
 &= -\frac{r_2(1-r_3) e^{-sT_4}}{1+r_2} U_L - r_3 x_6 \\
 &= -\left( \frac{r_2(1-r_3) e^{-sT_4}}{1+r_2} + \frac{r_3 e^{+sT_4} + r_3^2 r_2 e^{-sT_4}}{(1+r_3)(1+r_2)} \right) U_L \\
 &= -\left( \frac{(1+r_3) r_2 (1-r_3) e^{-sT_4} + r_3 e^{+sT_4} + r_3^2 r_2 e^{-sT_4}}{(1+r_3)(1+r_2)} \right) U_L \\
 &= -\left( \frac{r_2(1-r_3^2) e^{-sT_4} + r_3 e^{+sT_4} + r_3^2 r_2 e^{-sT_4}}{(1+r_3)(1+r_2)} \right) U_L \\
 &= -\left( \frac{r_2 e^{-sT_4} + r_3 e^{+sT_4}}{(1+r_3)(1+r_2)} \right) U_L \\
 &= -\left( \frac{r_2 e^{-sT_4} + r_3}{(1+r_3)(1+r_2) e^{-sT_4}} \right) U_L
 \end{aligned}$$

$$U_L = (1+r_2) \cdot e^{-sT_4} \cdot x_4$$

$$= (1+r_2) \cdot e^{-sT_4} \left( (1+r_3) e^{-sT_3} x_3 + r_3 e^{-sT_4} y_4 \right)$$

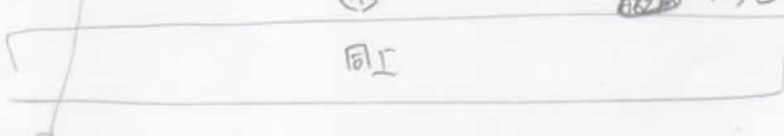
$$= (1+r_2) e^{-sT_4} \left( (1+r_3) e^{sT_3} \left( (1+r_2) e^{-sT_2} x_2 + r_2 e^{-sT_3} y_3 \right) + r_3 e^{-sT_4} y_4 \right)$$

$$(1+r_3)(1+r_2) e^{-sT_3} e^{-sT_2} x_2 + (1+r_3)r_2 e^{-sT_3} y_3$$

$$r_3 e^{-sT_4} \left( -\frac{r_L}{1+r_2} \right) U_L$$

$$= (1+r_2)(1+r_3)(1+r_2) e^{-sT_4} e^{-sT_3} e^{-sT_2} x_2 + (1+r_2)(1+r_3)r_2 e^{-sT_4} e^{-sT_3} y_3 + r_3 e^{-sT_4} \left( -\frac{r_L}{1+r_2} \right) U_L$$

$$(1+r_3)r_2 e^{-sT_4} U_L =$$



$$(1+r_2)(1+r_3)(1+r_2) e^{-sT_4} e^{-sT_3} e^{-sT_2} \left( (1+r_1) e^{-sT_1} x_1 + r_1 e^{-sT_2} y_2 \right)$$

$$= (1+r_2)(1+r_3)(1+r_2)(1+r_1) e^{-sT_4} e^{-sT_3} e^{-sT_2} e^{-sT_1} x_1 + (1+r_2)(1+r_3)(1+r_2)r_1 e^{-sT_4} e^{-sT_3} e^{-sT_2} e^{-sT_1} y_2$$

$$(1+r_2)(1+r_3)(1+r_2)(1+r_1) e^{-sT_4} e^{-sT_3} e^{-sT_2} e^{-sT_1} \left( 0.5(1+r_3) U_G + r_3 e^{-sT_1} y_1 \right)$$

$$= (1+r_2)(1+r_3)(1+r_2)(1+r_1) 0.5(1+r_3) e^{-sT_4} e^{-sT_3} e^{-sT_2} e^{-sT_1} U_G + (1+r_2)(1+r_3)(1+r_2)(1+r_1)r_3 e^{-sT_4} e^{-sT_3} e^{-sT_2} e^{-sT_1} y_1$$

$$U_G = (1+r_3)r_2 e^{-sT_4} U_L + (-0.5r_3) U_L + (-0.5r_3) U_L + (-0.5r_3) U_L + (-0.5r_3) U_L$$

$$(1+r_2)(1+r_3)r_2 e^{-sT_4} e^{-sT_3} \left( 1 + \frac{r_L e^{-sT_4} + r_3}{(1+r_3)(1+r_2) e^{-sT_4}} \right) U_L$$

$$(1) = \left( r_2 \cdot r_L e^{-sT_3} e^{-sT_4} + r_2 \cdot r_3 e^{-sT_3} \right) U_L$$

$$x_3 = x_6 \cdot e^{+5T_3} = \frac{r_2 \cdot e^{+5T_3} \cdot e^{+5T_4} + r_3 r_2 e^{+5T_3} e^{-5T_4}}{(1+r_3)(1+r_2)} u_L$$

$$= \frac{e^{+5T_3} \cdot e^{+5T_4} (1+r_3 r_2 e^{-5T_4})}{(1+r_3)(1+r_2)} u_L$$

$$x_7 = x_3 - r_2 e^{-5T_3} y_3$$

$$= \frac{r_2 \cdot e^{-5T_3} (r_2 \cdot e^{-5T_4} + r_3)}{(1+r_3)(1+r_2) e^{-5T_4}} u_L$$

$$= \frac{r_2 \cdot r_2 \cdot e^{-5T_3} \cdot e^{-5T_4} + r_2 r_3 e^{-5T_3}}{(1+r_3)(1+r_2) e^{-5T_4}} u_L$$

$$= \frac{e^{+5T_3} + r_3 r_2 e^{+5T_3} \cdot e^{-5T_4} + r_2 \cdot r_2 e^{-5T_3} \cdot e^{-5T_4} + r_2 r_3 e^{-5T_3}}{(1+r_3)(1+r_2) e^{-5T_4}} u_L$$

$$x_8 = \frac{1}{1+r_2} x_7 = \frac{e^{+5T_3} + r_3 r_2 e^{+5T_3} \cdot e^{-5T_4} + r_2 \cdot r_2 e^{-5T_3} \cdot e^{-5T_4} + r_2 r_3 e^{-5T_3}}{(1+r_3)(1+r_2)(1+r_2) \cdot e^{-5T_4}} u_L$$

$$y_2 = (1-r_2) e^{-5T_3} y_3 - r_2 x_8$$

$$= \frac{(1-r_2) e^{-5T_3} (r_2 e^{-5T_4} + r_3)}{(1+r_3)(1+r_2) e^{-5T_4}} u_L - r_2 x_8$$

$$\frac{1}{u_L} = (1+r_2) r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} (1-r_2) (r_2 e^{-5T_4} + r_3)$$

$$= (1-r_2^2) r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} (r_2 e^{-5T_4} + r_3)$$

$$= (1-r_2^2) r_2 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} e^{-5T_4} + (1-r_2^2) r_2 r_3 e^{-5T_3} e^{-5T_4}$$

$$+ (1-r_2^2) r_2 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} (e^{+5T_3} + r_3 r_2 e^{+5T_3} e^{-5T_4} + r_2 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} + r_2 r_3 e^{-5T_3})$$

$$(1-r_2^2) (r_2 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} + r_3 r_2 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} + r_2^2 r_2 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} + r_2^2 r_3 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4})$$

$$y_2 = r_2 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} e^{-5T_4} + r_3 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4} + r_2 r_2 e^{-5T_3} + r_3 r_2 r_2 e^{-5T_3} e^{-5T_4}$$

$$x_2 = x_8 \cdot e^{+sT_2} = \frac{e^{+sT_2} r_1 e^{+sT_3} + r_3 r_1 e^{+sT_2} e^{+sT_3} e^{-sT_4} + r_2 r_1 e^{+sT_2} e^{-sT_3} e^{-sT_4} + r_3 r_1 e^{-sT_3} e^{+sT_2}}{(1+r_3)(1+r_2)(1+r_1) \cdot e^{-sT_4}} u_L$$

$$x_9 = x_2 - r_1 e^{-sT_2} y_2$$

$$= 0 + r_1 e^{-sT_2} \left( \frac{(1-r_2) e^{-sT_3} (r_1 e^{-sT_4} + r_3)}{(1+r_3)(1+r_2) \cdot e^{-sT_4}} + \frac{r_2 (e^{+sT_3} + r_3 r_1 e^{+sT_3} e^{-sT_4} + r_2 r_1 e^{-sT_3} e^{-sT_4} + r_3 r_1 e^{-sT_3})}{(1+r_3)(1+r_2)(1+r_1) e^{-sT_4}} \right)$$

$$x_{10} = \frac{1}{1+r_1} x_9 = \frac{1}{1+r_1} (x_9 - r_1 e^{-sT_2} y_2)$$

$$y_1 = (1-r_1) e^{-sT_2} y_2 - r_1 \cdot x_{10}$$

$$= (1-r_1) e^{-sT_2} y_2 - \frac{r_1}{1+r_1} (x_2 - r_1 e^{-sT_2} y_2)$$

$$= (1-r_1) e^{-sT_2} y_2 - \frac{r_1}{1+r_1} x_2 + \frac{r_1^2}{1+r_1} e^{-sT_2} y_2$$

$$= \frac{(1-r_1^2) e^{-sT_2} + r_1^2 e^{-sT_2}}{1+r_1} y_2 - \frac{r_1}{1+r_1} x_2$$

$$= \frac{e^{-sT_2} y_2 - r_1 x_2}{1+r_1} = \frac{1}{1+r_1} (e^{-sT_2} y_2 - r_1 x_2)$$

~~(1+r\_1) r\_1 e^{-sT\_3} e^{-sT\_2} (1-r\_2) e^{-sT\_3} (r\_1 e^{-sT\_4} + r\_3)~~

~~r\_1 (1+r\_2) r\_1 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} e^{-sT\_4} + r\_1 (1+r\_2) r\_3 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} e^{-sT\_4}~~

~~+ r\_2 (r\_1) r\_1 e^{-sT\_3} e^{-sT\_2} (e^{+sT\_3} + r\_3 r\_1 e^{+sT\_3} e^{-sT\_4} + r\_2 r\_1 e^{-sT\_3} e^{-sT\_4} + r\_3 r\_1 e^{-sT\_3})~~

~~4.1 r\_1 r\_2 (1+r\_1) e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} + r\_1 r\_2 r\_3 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} e^{-sT\_4} + r\_1 r\_2 r\_3 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} e^{-sT\_4}~~

~~+ r\_1 r\_2 r\_3 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} e^{-sT\_4} + r\_1 r\_2 r\_3 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} e^{-sT\_4}~~

~~+ r\_1 r\_2 r\_3 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} e^{-sT\_4} (e^{+sT\_2} + r\_3 r\_1 e^{+sT\_2} e^{-sT\_3} + r\_2 r\_1 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} + r\_3 r\_1 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3})~~

~~S.1 r\_1 r\_2 e^{-sT\_2} + r\_1 r\_2 r\_1 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} + r\_1 r\_2 r\_3 e^{-sT\_2} e^{-sT\_3} e^{-sT\_4}~~

$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & & \\ 1 & & & \\ 1 & & & \end{matrix}$ 
 $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 4 \\ 1 & & 4 \end{matrix}$ 
 $\begin{matrix} 2 & 2 & 2 \\ 1 & 3 & 4 \end{matrix}$ 
 $\begin{matrix} 2 \\ 1 & 3 \end{matrix}$