

# Efecte vizuale

Mihai-Sorin Stupariu

Sem. I, 2024 - 2025

## Principiul amestecării

- ▶ Legat de factorul  $A(alpha, \alpha)$  din codul RGBA. Implicit  $A = 1.0$  (obiectele sunt opace). Este specificat în cadrul funcțiilor de culoare / material. Elementele relevante:

# Principiul amestecării

- ▶ Legat de factorul  $A(alpha, \alpha)$  din codul RGBA. Implicit  $A = 1.0$  (obiectele sunt opace). Este specificat în cadrul funcțiilor de culoare / material. Elementele relevante:
  - ▶ **Destinație** (fragment deja procesat)
  - ▶ Dat de  $D = (R_d, G_d, B_d, A_d)$  (cod RGBA),  $F_D = (D_r, D_g, D_b, D_a)$  (factor destinație)

# Principiul amestecării

- ▶ Legat de factorul  $A(alpha, \alpha)$  din codul RGBA. Implicit  $A = 1.0$  (obiectele sunt opace). Este specificat în cadrul funcțiilor de culoare / material. Elementele relevante:
  - ▶ **Destinație** (fragment deja procesat)
  - ▶ Dat de  $D = (R_d, G_d, B_d, A_d)$  (cod RGBA),  $F_D = (D_r, D_g, D_b, D_a)$  (factor destinație)
  - ▶ **Sursa** (obiect procesat)
  - ▶ Dat de  $S = (R_s, G_s, B_s, A_s)$  (cod RGBA),  $F_S = (S_r, S_g, S_b, S_a)$  (factor sursă)

# Principiul amestecării

- ▶ Legat de factorul  $A(alpha, \alpha)$  din codul RGBA. Implicit  $A = 1.0$  (obiectele sunt opace). Este specificat în cadrul funcțiilor de culoare / material. Elementele relevante:
  - ▶ **Destinație** (fragment deja procesat)
  - ▶ Dat de  $D = (R_d, G_d, B_d, A_d)$  (cod RGBA),  $F_D = (D_r, D_g, D_b, D_a)$  (factor destinație)
  - ▶ **Sursa** (obiect procesat)
  - ▶ Dat de  $S = (R_s, G_s, B_s, A_s)$  (cod RGBA),  $F_S = (S_r, S_g, S_b, S_a)$  (factor sursă)
- ▶ Factorul sursă  $F_S$  și factorul destinație  $F_D$  sunt indicați prin `glBlendFunc(srcfactor, destfactor)`

# Principiul amestecării

- ▶ Legat de factorul  $A(\alpha)$  din codul RGBA. Implicit  $A = 1.0$  (obiectele sunt opace). Este specificat în cadrul funcțiilor de culoare / material. Elementele relevante:
  - ▶ **Destinație** (fragment deja procesat)
  - ▶ Dat de  $D = (R_d, G_d, B_d, A_d)$  (cod RGBA),  $F_D = (D_r, D_g, D_b, D_a)$  (factor destinație)
  - ▶ **Sursa** (obiect procesat)
  - ▶ Dat de  $S = (R_s, G_s, B_s, A_s)$  (cod RGBA),  $F_S = (S_r, S_g, S_b, S_a)$  (factor sursă)
- ▶ Factorul sursă  $F_S$  și factorul destinație  $F_D$  sunt indicați prin `glBlendFunc(srcfactor, destfactor)`
- ▶ Factorul destinație (fragmentul deja procesat) și factorul sursă (obiectul care urmează să fie procesat și înregistrat) sunt "amestecate" utilizând o funcție  $\varphi(D, F_d, S, F_s)$ . Combinarea se realizează după formula

$$\varphi(D, F_d, S, F_s) = F_d * D + F_s * S, \quad (1)$$

urmată de 'clamp'.

# Valori pentru factorii sursă / destinație

Constanta simbolică	Factor RGB	Factor A
GL_ZERO	$(0, 0, 0)$	0
GL_ONE	$(1, 1, 1)$	1
GL_SRC_ALPHA	$(A_s, A_s, A_s)$	$A_s$
GL_ONE_MINUS_SRC_ALPHA	$(1, 1, 1) - (A_s, A_s, A_s)$	$1 - A_s$
GL_DST_ALPHA	$(A_d, A_d, A_d)$	$A_d$
GL_ONE_MINUS_DST_ALPHA	$(1, 1, 1) - (A_d, A_d, A_d)$	$1 - A_d$
GL_SRC_COLOR	$(R_s, G_s, B_s)$	$A_s$
GL_ONE_MINUS_SRC_COLOR	$(1, 1, 1) - (R_s, G_s, B_s)$	$1 - A_s$
GL_DST_COLOR	$(R_d, G_d, B_d)$	$A_d$
GL_ONE_MINUS_DST_COLOR	$(1, 1, 1) - (R_d, G_d, B_d)$	$1 - A_d$
GL_CONSTANT_COLOR	$(R_c, G_c, B_c)$	$A_c$
GL_ONE_MINUS_CONSTANT_COLOR	$(1, 1, 1) - (R_c, G_c, B_c)$	$1 - A_c$
GL_CONSTANT_ALPHA	$(A_c, A_c, A_c)$	$A_c$
GL_ONE_MINUS_CONSTANT_ALPHA	$(1, 1, 1) - (A_c, A_c, A_c)$	$1 - A_c$
GL_SRC_ALPHA_SATURATE	$(f, f, f); f = \min(A_s, 1 - A_d)$	1





## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA
- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA
- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz  
**Pas 1.** Triunghiul galben ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatia_1$ )

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA
- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz  
**Pas 1.** Triunghiul galben ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$F_S*sursa_1 + F_D*destinatie_1 = (0.5, 0.5, 0.5, 0.5)*sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5)*destinatie_1 =$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA
- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz  
**Pas 1.** Triunghiul galben ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) =
 \end{aligned}$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA
- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz  
**Pas 1.** Triunghiul galben ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.0, 0.25)
 \end{aligned}$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz

**Pas 1.** Triunghiul galben ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$\begin{aligned} F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\ &= (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a calculat mai sus ( $destinatie_2$ ):

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz

**Pas 1.** Triunghiul galben ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$\begin{aligned} F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\ &= (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a calculat mai sus ( $destinatie_2$ ):

$$F_S * sursa_2 + F_D * destinatie_2 = (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_2 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_2 =$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz

**Pas 1.** Triunghiul galben ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$\begin{aligned} F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\ &= (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a calculat mai sus ( $destinatie_2$ ):

$$\begin{aligned} F_S * sursa_2 + F_D * destinatie_2 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_2 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_2 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) = \end{aligned}$$



## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz

**Pas 1.** Triunghiul galben ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatia_1$ )

$$\begin{aligned} F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\ &= (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a calculat mai sus ( $destinatia_2$ ):

$$\begin{aligned} F_S * sursa_2 + F_D * destinatie_2 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_2 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_2 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) = \\ &= (0.0, 0.5, 0.5, 0.25) + (0.25, 0.25, 0, 0.125) = \end{aligned}$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (I)

- ▶ Sunt desenate un triunghi galben și un triunghi turcoaz (cyan) pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 1:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi galben, apoi triunghi turcoaz

**Pas 1.** Triunghiul galben ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatia_1$ )

$$\begin{aligned} F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\ &= (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a calculat mai sus ( $destinatia_2$ ):

$$\begin{aligned} F_S * sursa_2 + F_D * destinatie_2 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_2 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_2 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) = \\ &= (0.0, 0.5, 0.5, 0.25) + (0.25, 0.25, 0, 0.125) = \\ &= (0.25, 0.75, 0.5, 0.375) \end{aligned}$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA
- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de `GL_SRC_ALPHA` și `GL_SRC_ALPHA`
- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben  
**Pas 1.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben

**Pas 1.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 = (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 =$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben

**Pas 1.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) =
 \end{aligned}$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA
- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben

**Pas 1.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\
 &= (0.0, 0.5, 0.5, 0.25)
 \end{aligned}$$



## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA
- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben

**Pas 1.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatia_1$ )

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\
 &= (0.0, 0.5, 0.5, 0.25)
 \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul galben ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a desenat ( $destinatia_2$ ):

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA
- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben

**Pas 1.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatia_1$ )

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\
 &= (0.0, 0.5, 0.5, 0.25)
 \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul galben ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a desenat ( $destinatia_2$ ):

$$F_S * sursa_2 + F_D * destinatie_2 = (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_2 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_2 =$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben

**Pas 1.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatia_1$ )

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\
 &= (0.0, 0.5, 0.5, 0.25)
 \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul galben ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a desenat ( $destinatia_2$ ):

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_2 + F_D * destinatie_2 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_2 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_2 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.5, 0.5, 0.25) =
 \end{aligned}$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben

**Pas 1.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatie_1$ )

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\
 &= (0.0, 0.5, 0.5, 0.25)
 \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul galben ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a desenat ( $destinatie_2$ ):

$$\begin{aligned}
 F_S * sursa_2 + F_D * destinatie_2 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_2 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_2 = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.5, 0.5, 0.25) = \\
 &= (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) + (0.0, 0.25, 0.25, 0.125) =
 \end{aligned}$$

## Exemplu: codul sursă 11\_01\_amestecare\_2D.cpp (II)

- ▶ Sunt desenate un triunghi turcoaz (cyan) și un triunghi galben pe fundal negru, cu factor destinație și factor sursă dați de GL\_SRC\_ALPHA și GL\_SRC\_ALPHA

- ▶ **Varianta 2:** Ordinea: fundal negru, apoi triunghi turcoaz, apoi triunghi galben

**Pas 1.** Triunghiul turcoaz ( $sursa_1$ ) pe fundalul negru ( $destinatia_1$ )

$$\begin{aligned} F_S * sursa_1 + F_D * destinatie_1 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_1 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 1.0, 1.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) = \\ &= (0.0, 0.5, 0.5, 0.25) \end{aligned}$$

**Pas 2.** Triunghiul galben ( $sursa_2$ ) pe ceea ce s-a desenat ( $destinatia_2$ ):

$$\begin{aligned} F_S * sursa_2 + F_D * destinatie_2 &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * sursa_2 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * destinatie_2 = \\ &= (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (1.0, 1.0, 0.0, 0.5) + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5) * (0.0, 0.5, 0.5, 0.25) = \\ &= (0.5, 0.5, 0.0, 0.25) + (0.0, 0.25, 0.25, 0.125) = \\ &= (0.5, 0.75, 0.25, 0.375) \neq (0.25, 0.75, 0.5, 0.375) \end{aligned}$$

# Funcții de amestecare pentru scenele 3D: codul 11\_02\_amestecare\_3D.cpp

► Combine:

# Funcții de amestecare pentru scenele 3D: codul 11\_02\_amestecare\_3D.cpp

- ▶ Combinate:
  - ▶ ordinea în care sunt desenate obiectele
  - ▶ testul de adâncime
  - ▶ efectele de amestecare

# Funcții de amestecare pentru scenele 3D: codul 11\_02\_amestecare\_3D.cpp

- ▶ Combine:
  - ▶ ordinea în care sunt desenate obiectele
  - ▶ testul de adâncime
  - ▶ efectele de amestecare
- ▶ desenate obiecte opace cu:





# Funcții de amestecare pentru scenele 3D: codul 11\_02\_amestecare\_3D.cpp

- ▶ Combine:
  - ▶ ordinea în care sunt desenate obiectele
  - ▶ testul de adâncime
  - ▶ efectele de amestecare
- ▶ desenate obiecte opace cu:
  - ▶ z-buffer activ
  - ▶ buffer de adâncime: normal (read/write) `glDepthMask(GL_TRUE)`
- ▶ desenate obiecte transparente cu:

# Funcții de amestecare pentru scenele 3D: codul 11\_02\_amestecare\_3D.cpp

- ▶ Combinare:
  - ▶ ordinea în care sunt desenate obiectele
  - ▶ testul de adâncime
  - ▶ efectele de amestecare
- ▶ desenate obiecte opace cu:
  - ▶ z-buffer activ
  - ▶ buffer de adâncime: normal (read/write) `glDepthMask(GL_TRUE)`
- ▶ desenate obiecte transparente cu:
  - ▶ z-buffer activ
  - ▶ buffer de adâncime: read `glDepthMask(GL_FALSE)`

## Efectul de ceață

- **Principiu:** (mecanismul combinațiilor afine) este variată culoarea obiectelor în funcție de distanță, pe baza unei formule de tipul

$$C = f \cdot C_o + (1 - f) \cdot C_f,$$

unde:  $f$  = factor ceață;  $C_o$  = culoarea inițială a obiectului,  $C_f$  = culoarea ceții. Pentru implementare: în shader funcția `mix`.

## Efectul de ceață

- **Principiu:** (mecanismul combinațiilor afine) este variată culoarea obiectelor în funcție de distanță, pe baza unei formule de tipul

$$C = f \cdot C_o + (1 - f) \cdot C_f,$$

unde:  $f$  = factor ceață;  $C_o$  = culoarea inițială a obiectului,  $C_f$  = culoarea ceții. Pentru implementare: în shader funcția `mix`.

- Factorul ceață  $f$  depinde de  $z$ -adâncime ( $\equiv$  depth) față de observator, fiind o funcție de forma  $f = f(z)$ , descrescătoare pe  $(0, \infty)$ . Exemple:

$$f(z) = \begin{cases} \frac{end-z}{z-start} & \text{(liniar)} \\ e^{-\rho z} & \text{(exponențial)} \\ e^{-\rho z^2} & \text{(exponențial pătratic)} \end{cases}$$

Pentru implementare: necesară distanța  $z$  de la observator în `inViewPos` la obiect `FragPos`. Parametrii necesari (de exemplu  $\rho$  - factor ceață) sunt indicați în cod.

# Fluxul operațiilor

