

# Efecte vizuale

Mihai-Sorin Stupariu

Sem. I, 2023 - 2024

# 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:

- **Destinația (fragmentul deja procesat)**, caracterizată de

$$D = (R_d, G_d, B_d, A_d) \text{ (cod RGBA)}$$

$$F_D = (D_R, D_G, D_B, D_A) \text{ (factor destinație)}$$

# 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:

- ▶ **Destinația (fragmentul deja procesat)**, caracterizată 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 (fragmentul care este procesat)**, caracterizată 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

- factorii destinație / sursă sunt indicați în  
 $F_D$   $F_S$

`glBlend (src factor, dest factor);`  
 $F_S$   $F_D$

- combinarea / amestecarea se realizează după formula

$$D * F_D + S * F_S$$

urmată de trunchiere

# 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\_02\_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

## Exemplu: codul sursă 11\_02\_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\_02\_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 ( $destinatie_1$ )



## Exemplu: codul sursă 11\_02\_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 ( $destinatia_1$ )

$$F_S*sursa_1 + F_D*destinatia_1 = (0.5, 0.5, 0.5, 0.5)*sursa_1 + (0.5, 0.5, 0.5, 0.5)*destinatia_1 =$$

## Exemplu: codul sursă 11\_02\_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\_02\_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\_02\_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\_02\_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\_02\_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\_02\_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<sub>1</sub>*) pe fundalul negru (*destinatie<sub>1</sub>*)

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

**Pas 2.** Triunghiul turcoaz (*sursa<sub>2</sub>*) pe ceea ce s-a calculat mai sus (*destinatie<sub>2</sub>*):

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

## Exemplu: codul sursă 11\_02\_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<sub>1</sub>*) pe fundalul negru (*destinatie<sub>1</sub>*)

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

**Pas 2.** Triunghiul turcoaz (*sursa<sub>2</sub>*) pe ceea ce s-a calculat mai sus (*destinatie<sub>2</sub>*):

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



## Exemplu: codul sursă 11\_02\_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\_02\_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\_02\_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\_02\_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\_02\_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\_02\_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\_02\_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 ( $destinatie_2$ ):

## Exemplu: codul sursă 11\_02\_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 ( $destinatie_2$ ):

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



## Exemplu: codul sursă 11\_02\_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 ( $destinatie_2$ ):

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

## Exemplu: codul sursă 11\_02\_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\_02\_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\_03\_amestecare\_3D.cpp

► Combine:

# Funcții de amestecare pentru scenele 3D: codul 11\_03\_amestecare\_3D.cpp

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

# Funcții de amestecare pentru scenele 3D: codul 11\_03\_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\_03\_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)`

# Funcții de amestecare pentru scenele 3D: codul 11\_03\_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\_03\_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:
  - ▶ 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 `inViewPos` la obiect `FragPos`. Parametrii necesari (de exemplu  $\rho$  - factor ceață) sunt indicați în cod.

# Fluxul operațiilor

