

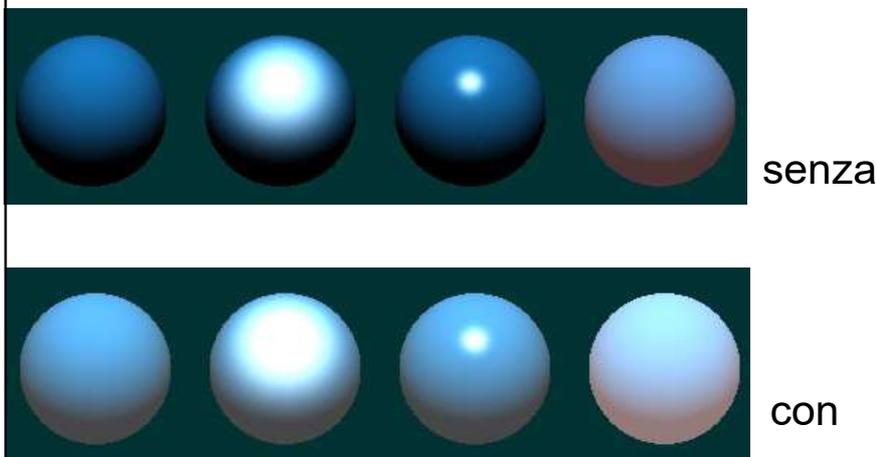
Luce ambientale

- ✓ Un problema del modello di illuminazione visto è che le superfici non raggiunte da alcuna luce sono perfettamente neri (ad esempio, i cui prodotti dot fra normale e direzione luce siano negativi)
- ✓ In una scena realistica, questo è un caso molto raro. Nella maggior parte dei casi, si può assumere che un minimo di luce (detta «ambientale») *raggiunga qualsiasi superficie, da qualsiasi direzione*
- ✓ Per simulare questo stato di cose, si può semplicemente aggiungere al modello di illuminazione una componente ambient, una piccola costante additiva (in R, G e B) data dell'intensità di una apposita fonte luce di tipo detto «ambientale» (una luce pervasiva, globale, che non ha né una direzione, né posizione)
- ✓ Nota che questo piccolo bonus di luce non dipende né dalla posizione del punto illuminato né dal suo orientamento (normale)
- ✓ La componente ambient è data dal prodotto componente per componente l'intensità/colore della luce ambient e un parametro del materiale detto «ambient color» («di che colore appare questo oggetto sotto la luce ambientale?»). In three.js coincide col diffuse color



70

Componente *ambiente*



72

Modello di phong: esempio (con una luce sola direzionale, e una ambientale)

Il risultato finale è ottenuto sommando tutti i termini

ambiente + diffusivo + speculare (highlights) = totale

73

Aggiungiamo la componente ambient in three.js (note)

- ✓ creiamo una sorgente di luce ambient (tenue, e incolore: R = G = B = 0x10 – cioè 16 su 255) e aggiungiamola alla scena

```
var luceAmbiente = new THREE.AmbientLight(0x101010);  
miaScena.add(luceAmbiente);
```

Vedere lez04.html per un esempio (righe marcate con "NUOVO")

74

Modello di illuminazione detto di Phong

✓ Modello di illuminazione risultante (per una luce)

ripetuto per ciascuna luce direzionale o posizionale

termine diffusivo

termine speculare

per la luce ambient

termine ambient

$$\begin{pmatrix} P_R \\ P_G \\ P_B \end{pmatrix} = (\vec{n} \cdot \vec{\omega}_i) \begin{pmatrix} D_R \\ D_G \\ D_B \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} L_R \\ L_G \\ L_B \end{pmatrix} + (\vec{n} \cdot \vec{h})^s \begin{pmatrix} H_R \\ H_G \\ H_B \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} L_R \\ L_G \\ L_B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} A_R \\ A_G \\ A_B \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} L_R \\ L_G \\ L_B \end{pmatrix}$$

↑
colore pixel finale

(nota che «Phong» è il nome sia del modello di illuminazione che della termine speculare)

75

Modello di illuminazione detto di Phong: sommario

✓ Modello di illuminazione risultante:
 parametri che dipendono dall'**ambiente di illuminazione**

direzione della luce i -esima
(costante per le luci direzionali,
diversa per ogni punto nelle luci posizionali)

$\vec{\omega}_i + \vec{\omega}_r$
 $\|\vec{\omega}_i + \vec{\omega}_r\|$

$$\begin{pmatrix} P_R \\ P_G \\ P_B \end{pmatrix} = (\vec{n} \cdot \vec{\omega}_i) \begin{pmatrix} D_R \\ D_G \\ D_B \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} L_R \\ L_G \\ L_B \end{pmatrix} + (\vec{n} \cdot \vec{h})^s \begin{pmatrix} H_R \\ H_G \\ H_B \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} L_R \\ L_G \\ L_B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} A_R \\ A_G \\ A_B \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} L_{aR} \\ L_{aG} \\ L_{aB} \end{pmatrix}$$

↑
intensità & colore della luce i -esima

↑
intensità & colore della luce ambient

76

Modello di illuminazione detto di Phong: sommario

✓ Modello di illuminazione risultante:
 parametri che dipendono dalla descrizione del **materiale**

diffuse color
o
material color

↓

specular exponent
(o shininess)

↓

highlight color
(o specular color)

↓

ambient color
(a volte, di nuovo
il diffuse color)

↓

$$\begin{pmatrix} P_R \\ P_G \\ P_B \end{pmatrix} = (\vec{n} \cdot \vec{\omega}_i) \begin{pmatrix} D_R \\ D_G \\ D_B \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} L_R \\ L_G \\ L_B \end{pmatrix} + (\vec{n} \cdot \vec{h})^s \begin{pmatrix} H_R \\ H_G \\ H_B \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} L_R \\ L_G \\ L_B \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} A_R \\ A_G \\ A_B \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} L_{aR} \\ L_{aG} \\ L_{aB} \end{pmatrix}$$


77

Definizione dei materiali

- ✓ Il modello di lighting adottato determina quale insieme di parametri descriva un **materiale**
- ✓ Nel modello visto (modello di Phong) un **materiale** è descritto da questi parametri:
 - ⇒ Il **colore diffusivo**
 - ⇒ Il **colore ambient**
(a volte corrispondente al colore diffusivo)
 - ⇒ Il **colore speculare**
 - ⇒ Lo **specular coefficient**
(un numero da 1 a, per es, 1000)
- ✓ La scelta di un qualsiasi materiale (velluto, oro, etc) si effettua spaziando fra i possibili valori da assegnare a queste variabili
- ✓ E' possibile scegliere questi parametri "a mano",
(ad esempio, da parte di artisti addetti al task, detti *material artists*)
o anche catturarli da campioni di materiale reale
(con acquisizioni fotografiche, seguite da un fitting di parametri)



79

Esempi di materiali (col modello Phong)

Material	GL_AMBIENT	GL_DIFFUSE	GL_SPECULAR	GL_SHININESS
Emerald	0.0216	0.07568	0.033	70.8
	0.1745	0.01424	0.727811	
	0.0216	0.07568	0.033	
	0.55	0.55	0.55	
Jade	0.135	0.54	0.316228	12.8
	0.2225	0.89	0.316228	
	0.1075	0.03	0.316228	
	0.95	0.95	0.95	
Obsidian	0.05375	0.18275	0.332741	39.4
	0.05	0.17	0.328534	
	0.08025	0.22525	0.348435	
	0.92	0.82	0.82	
Pearl	0.25	1.0	0.206048	11.204
	0.20725	0.829	0.206048	
	0.20725	0.929	0.206048	
	0.922	0.922	0.922	
Ruby	0.1745	0.01424	0.727811	70.8
	0.01175	0.04138	0.026559	
	0.01175	0.04138	0.026559	
	0.55	0.55	0.55	
Turquoise	0.1	0.309	0.297254	12.8
	0.18725	0.74151	0.30029	
	0.1745	0.59102	0.306678	
	0.8	0.8	0.8	
Black Plastic	0.0	0.01	0.60	32
	0.0	0.01	0.60	
	0.0	0.01	0.60	
	1.0	1.0	1.0	
Black Rubber	0.02	0.01	0.4	10
	0.02	0.01	0.4	
	0.02	0.01	0.4	
	1.0	1.0	1.0	
Brass	0.328412	0.780392	0.992157	27.9974
	0.22529	0.058027	0.911176	
	0.027461	0.113725	0.807943	
	1.0	1.0	1.0	
Bronze	0.2125	0.714	0.392546	25.0
	0.1275	0.4284	0.271005	
	0.054	0.19144	0.188721	
	1.0	1.0	1.0	
Polished Bronze	0.25	0.4	0.774697	70.8
	0.148	0.2308	0.495011	
	0.06475	0.1036	0.200621	
	1.0	1.0	1.0	
Chrome	0.25	0.4	0.774697	70.8
	0.25	0.4	0.774697	
	0.25	0.4	0.774697	
	1.0	1.0	1.0	

80

Alcune note sui limiti dell'equazione di Phong

- ✓ Questa lezione ha mostrato una visione semplificata del problema del lighting
- ✓ Il **modello di Phong**, adottato da molti decenni (con poche varianti) per il rendering real-time, è pensato per efficienza (richiede pochi calcoli), *ma* riproduce un range di materiali (cioè **BRDF**) molto limitato ed è un'approssimazione molto cruda di materiali reali
 - ⇒ Molte BRDF di materiali reali non possono essere ben approssimate da nessuna scelta dei parametri del modello di Phong
 - ⇒ Molte delle BRDF risultanti da una scelta arbitraria dei parametri non sono realistiche (secondo criteri di qualità attuali della CG). Per es, la BRDF non è *energy preserving* (un oggetto può riflettere più luce, in totale, di quella ricevuta)
- ✓ Equazioni di illuminazione più onerose riducono questi problemi: prevedono l'uso di materiali più espressivi, e rendono più facile e intuitiva la scelta di parametri atti a riprodurre materiali reali (dato che sono pensate in modo perché quasi tutte le combinazioni dei parametri del materiale risultano in BRDF realistiche).
- ✓ Anche la descrizione dell'**ambiente di illuminazione** prevista dall'equazione vista (cioè, un set di luci direzionali / posizionali, più una luce ambientale) è una semplificazione che non consente di riprodurre fedelmente ambienti complessi
- ✓ In molti contesti di CG (ad esempio videogames), è stata effettuata una transizione a modelli di illuminazione (e quindi di descrizione di materiali, e ambienti di illuminazione) più sofisticata del modello di Phong

81