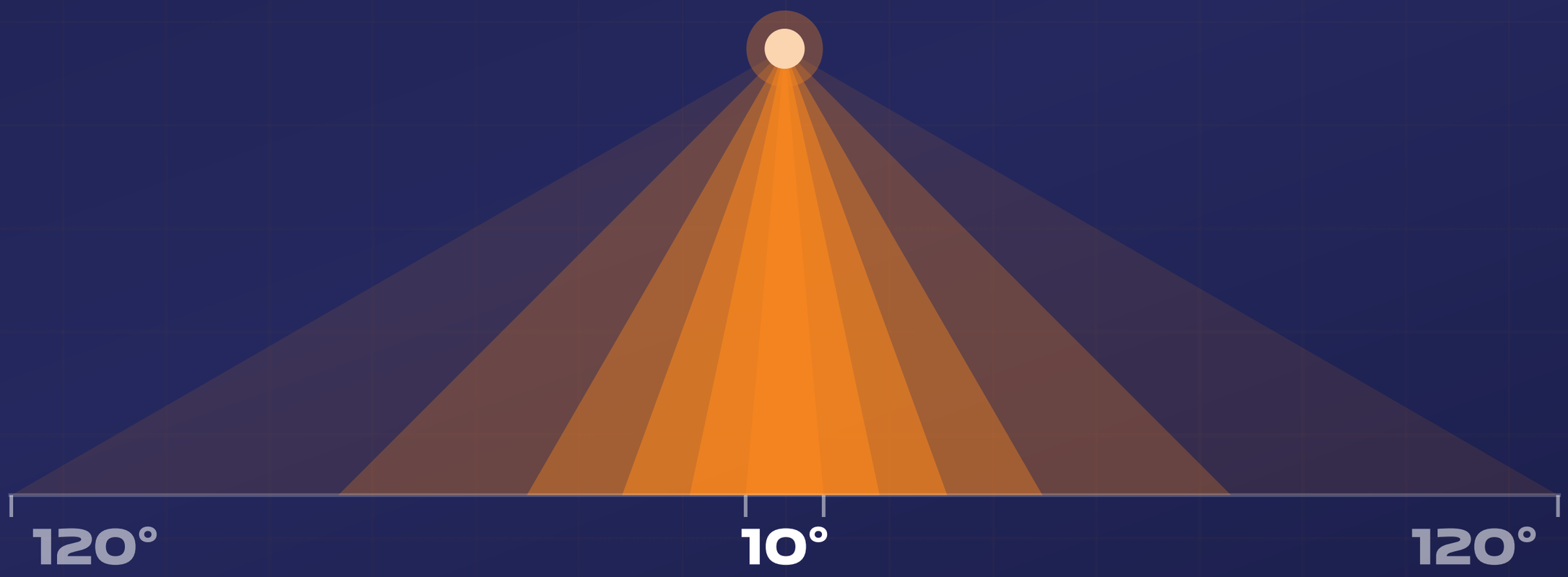
أكاديمية NLC | الحلقة 15

مصدر LED واحد.
وستّ طرق لتشكيل شعاعه.

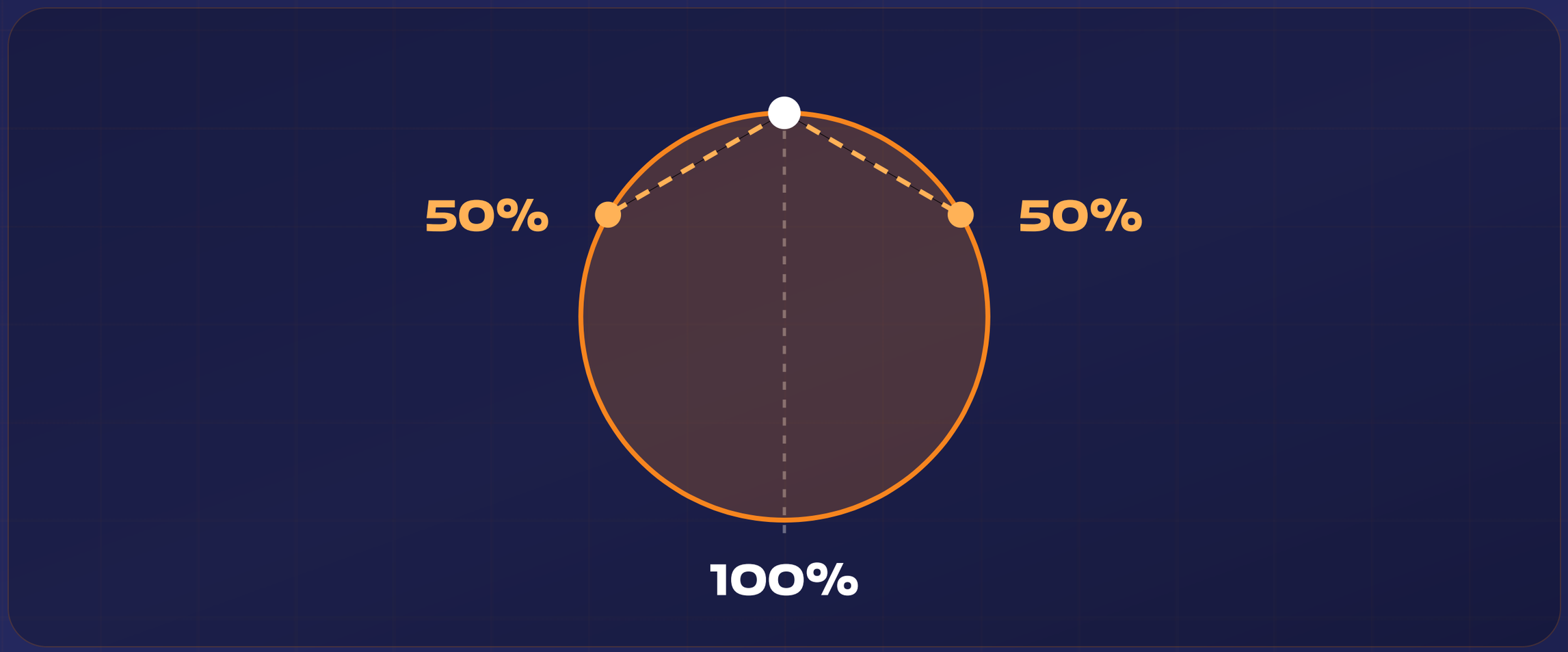




أغلفة الشعاع مرسومة بزواياها الحقيقية، من 10° إلى 120°. وتحتها ثلاث من البصريات التي توردها NLC فعلاً.

نقطة البداية

تبدأ شريحة LED العارية النموذجية بتوزيع يقارب 120°.



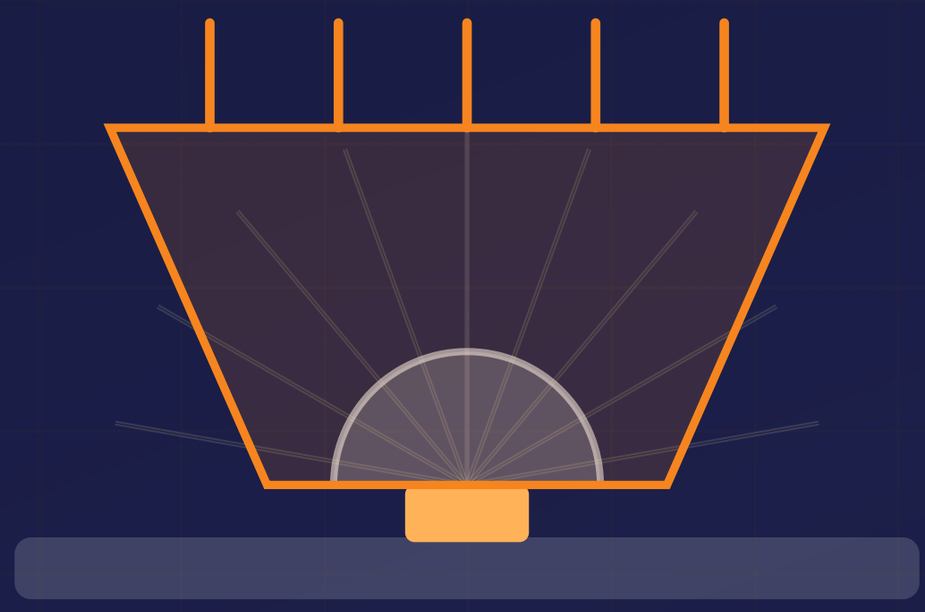
1. يتبع المصدر اللامبرتي العلاقة $I(\theta) = I_0 \cos\theta$. وعند 60° تنخفض الشدّة إلى نصف قيمتها على المحور، فيكون عرض نصف الشدّة نحو 120°. [1]

2. لكن حزم LED الفعلية تختلف، لذلك يجب الرجوع إلى نموذج المصدر أو بياناته الفوتومترية بدل افتراض الرقم.

البصرية ليست ملحقاً. **هي القطعة التي تقرّر أين يهبط التدفق الضوئي.**

عدستان لا واحدة

تحمل معظم حزم LED عنصراً بصرياً أولياً.



البصرية الأولية

في معظم العبوات، قبّة سيليكونية أو إيبوكسية مصبوبة على الشريحة في المصنع. هي التي تضع التوزيع الخام، ولا خيار لك فيها. أمّا عبوات chip-scale فتستغني عنها وتنبعث من الشريحة مباشرة.

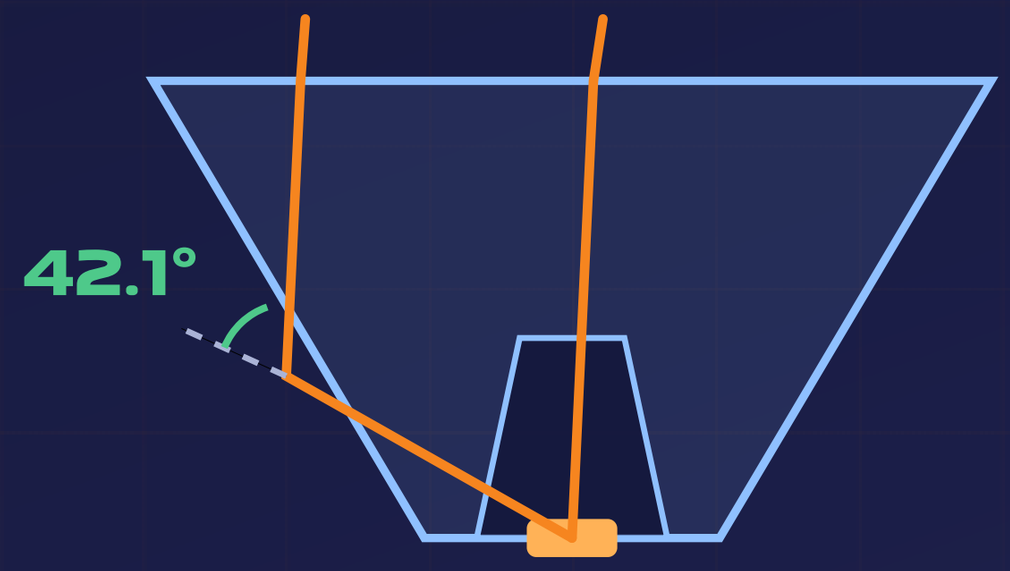
البصرية الثانوية

العدسة أو العاكس أو الحاجب المركّب أمامها داخل الإنارة. هذه هي التي تحدّدها في المواصفة، وهي موضوع هذه الحلقة.

لذلك اقرأ الملف الفوتومتري **والبصرية الثانوية مركّبة**، لا ورقة بيانات الشريحة العارية.

العائلة 01، TIR

TIR: حرف الشعاع بجدار، لا بمرآة.



صورة توضيحية



1 ما يصطدم بالجدار الخارجي المائل بعد الزاوية الحرجة ينعكس بلا أي طلاء: 42.1° في الأكريليك، و39.1° في البولي كربونات. [3][5][6]

2 مثال منشور: بصرية TIR ضيّقة قياس 10 mm تعمل بكفاءة 83-93% عند 9.6-31°، بحسب الـ LED الموضوع تحتها. [8]

العائلة 02، Fresnel

Fresnel: المنحنى نفسه بعد إزالة معظم المادة.



ما هي

عدسة محدّبة سميكة مقطّعة إلى حلقات متّحدة المركز على قرص مسطّح. كل حلقة تحتفظ بميل جزئها من المنحنى الأصلي، فيبقى السطح البصري ويذهب الحجم.

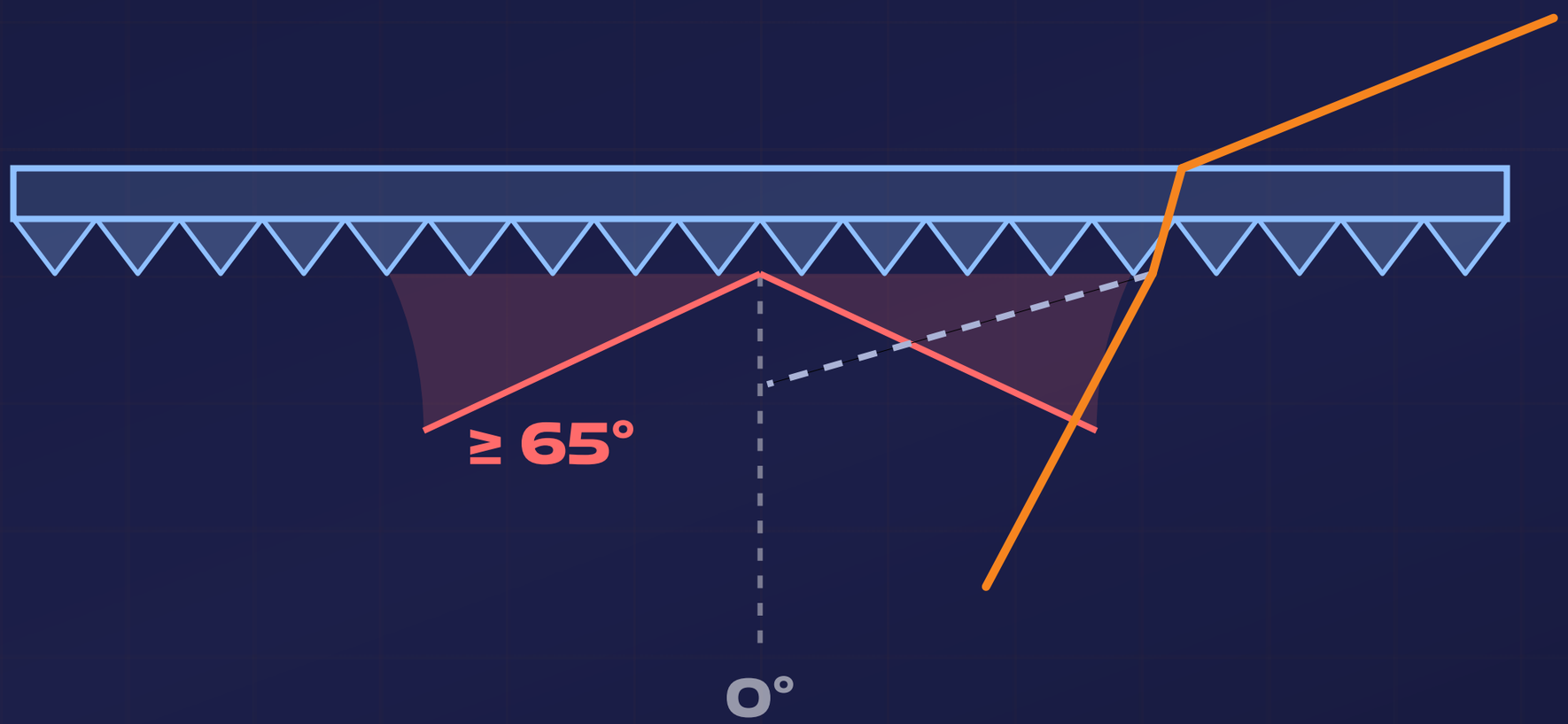
ما ثمنها

حواف الأخاديد تشتّت، فتظهر بنية حلقية خفيفة عند حافة الشعاع. تستحق هذه المفاضلة حين تكون الفتحة كبيرة، وحين تصبح العدسة المصمتة سميكة على نحو غير عملي.

مثال تخطيطي. الشكلان مرسومان من منحنى انحناء محسوب واحد ولا يختلفان إلا في السماكة؛ والنسبة المعروضة خاصة بهذا الرسم لا صفة عامة لبصريات Fresnel.

العائلة 03، الموشورية الدقيقة

الموشورية الدقيقة: بصرية موجّهة إلى زوايا الوهج.



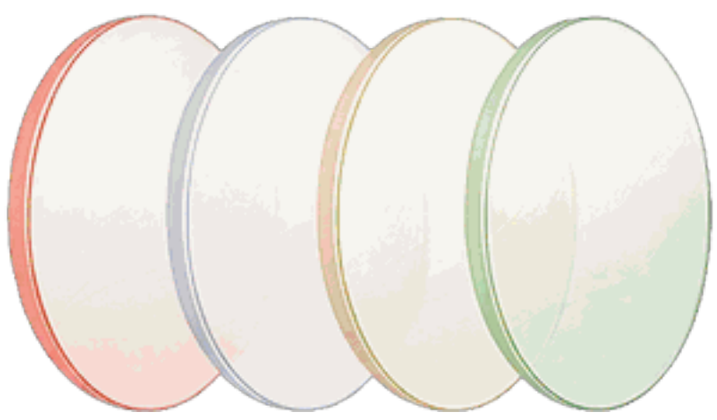
1. صفيحة مصبوبة من منشورات دقيقة تكسر الأشعة المائلة نحو العمود، فيقلّل الخارج منها عند الزوايا المنخفضة التي تصل إلى العين أو الشاشة. [1]
2. وهذه بالضبط هي المنطقة التي يضبطها EN 12464-1: يحدّ متوسّط لمعان وحدة الإنارة عند 65° فما فوق من العمود النازل في محطات العمل ذات الشاشات. [10]

الـ UGR ملك للغرفة لا للعدسة. **أي رقم UGR هو حساب لتوزيع واحد وراصد واحد.** [11]

العائلة 04، النواشر

النواشر: شراء الراحة البصرية باللومن.





طقم مرشّحات ATHENE الناشرة

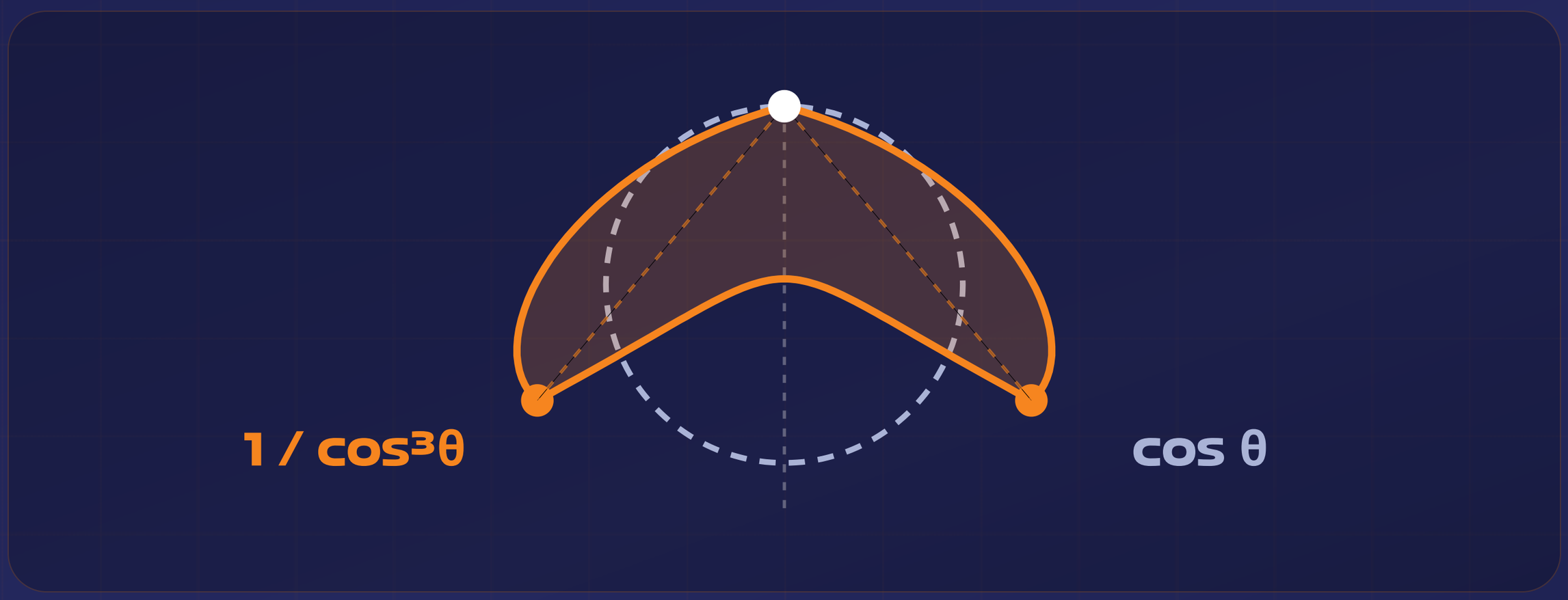


شاشة ATHENE الناشرة

يوسّع الناشر التوزيع الضوئي ويخفّفه، وغالباً ما ينتج شعاعاً قريباً من التوزيع اللامبرتي عند نحو 120°. وتعتمد الزاوية النهائية على الناشر ووحدة الإنارة: منتجات NLC الناشرة والخطّية تنشر 110° و120°. [13] الصور بصريات حقيقية من الكتالوج.

العائلة 05، Batwing واللامتماثلة

Batwing: الشكل الذي يسوّي الأرضية.



لماذا قمّتان

لتبقى الاستضاءة متساوية على مستوٍ ما، يجب أن ترتفع الشدّة خارج المحور بمقدار 1/cos³θ. اتبع هذا القانون فينبت للمنحنى القطبي كتفان. هذا هو الـ Batwing.

واللامتماثلة الفكرة نفسها مائلة

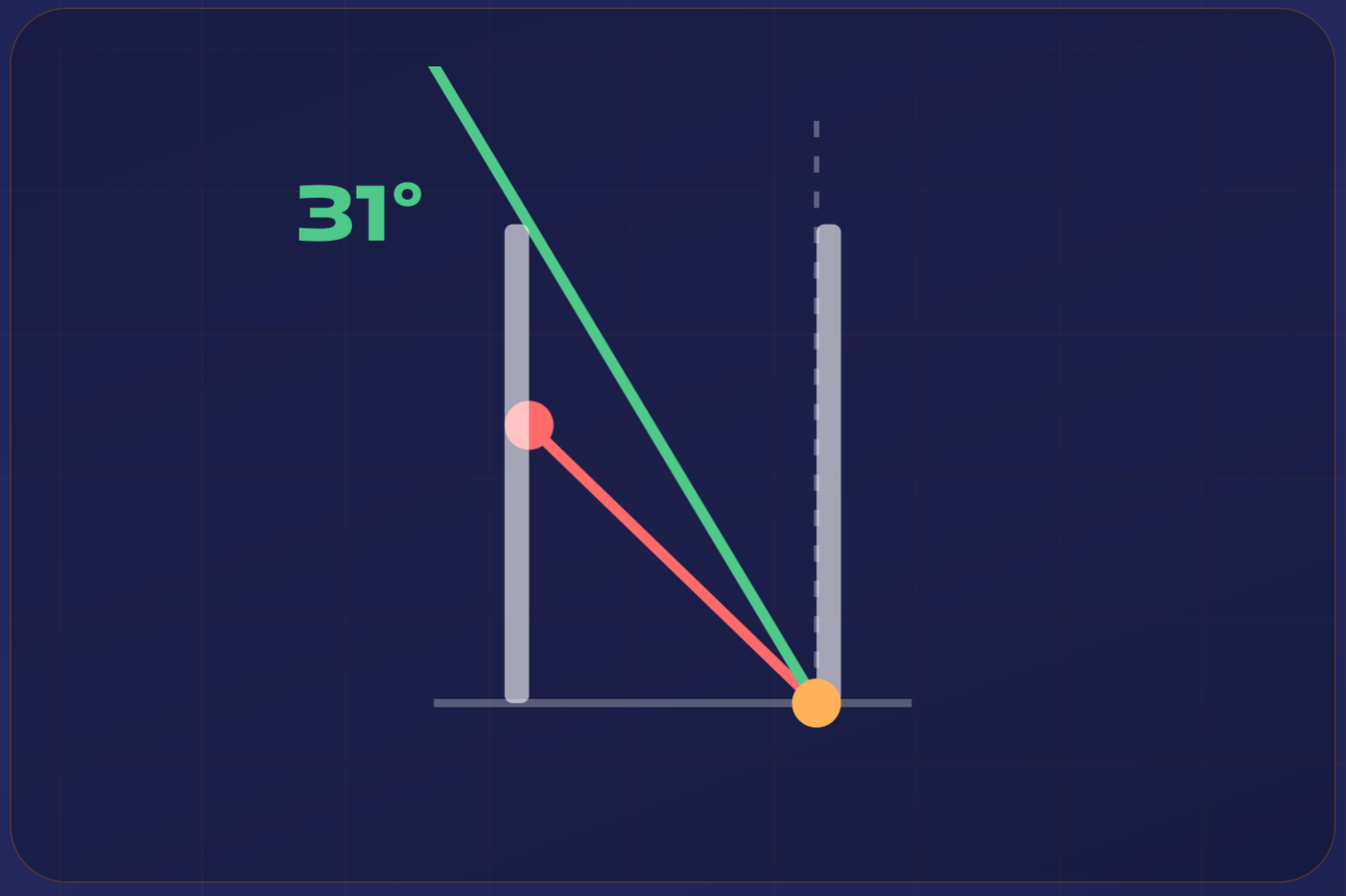
يزيح ماسح الجدران قمّته إلى الأمام والأعلى ليستضيء السطح الرأسي بانتظام من أعلاه إلى أسفله، بدل أن يفرط سطوعه قرب أعلاه.

المنحنيان أعلاه يحملان التدفق نفسه، فالصورة تُظهر إعادة توزيع لا زيادة: الـ Batwing يتنازل عن الشدّة المحورية ليشتري كتفيه. يتبع القانون حتى قمّته ثم ينحدر، لأن أي بصرية حقيقية لا تستطيع اتّباعه حتى الأفق.

العائلة 06، الحواجب

الحاجب لا يحرف الشعاع. بل يعترضه.





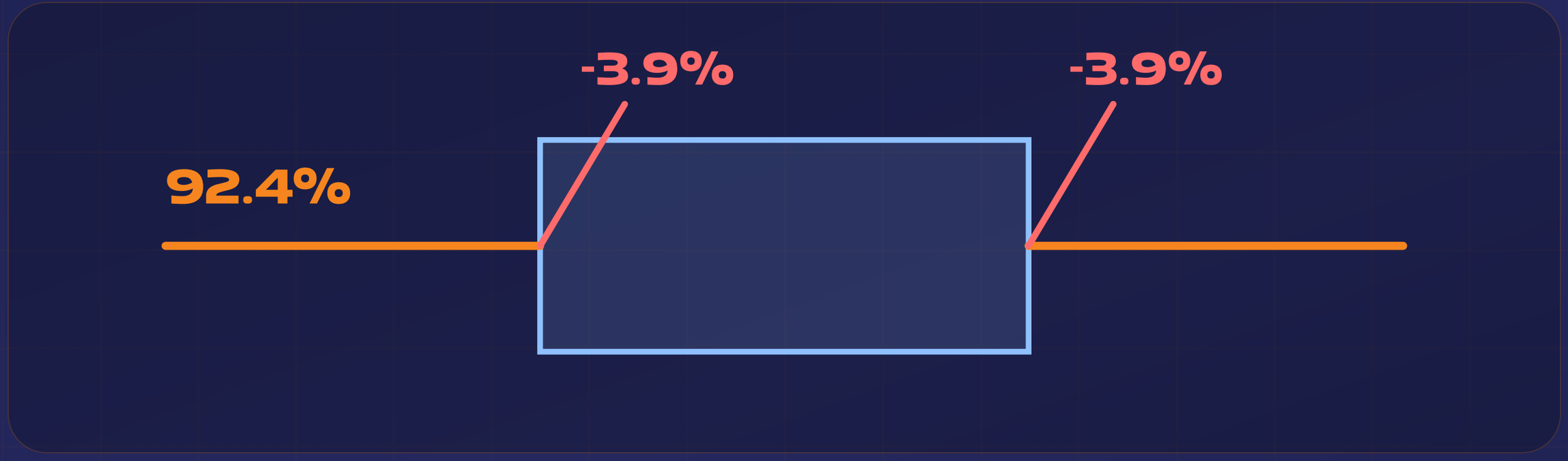
التدفق الضوئي الباقي
1,700 / 9,046

الشدّة القصوى الباقية
2,942 / 3,300 cd

قياس على إنارة واحدة وفق LM-79: تركيب حاجب 90° أزال 81% من اللومنات بينما هبطت الشدّة القصوى 11%. وحاجب 60° أزال 88%. [9] وكلفة أي حاجب تتبع مقدار ما يقع من المصدر خارج زاوية قطعه [4]، ولهذا لا تصلح نسبة ثابتة في جدول. أمّا هل تتغيّر زاوية الشعاع المعلنة فيتوقّف على موضع زاوية القطع داخل التوزيع.

أين يذهب الشعاع

كل بصرية تدفع رسماً عند كل سطح.



1. العبور من الهواء إلى الأكريليك يردّ نحو 3.9% عند كل وجه. ووجهان يعنيان سقفاً قدره 92.4% قبل أي امتصاص. وتنشر Röhm النسبة نفسها، 4% لكل سطح، ونفاذية نحو 92%. [5]

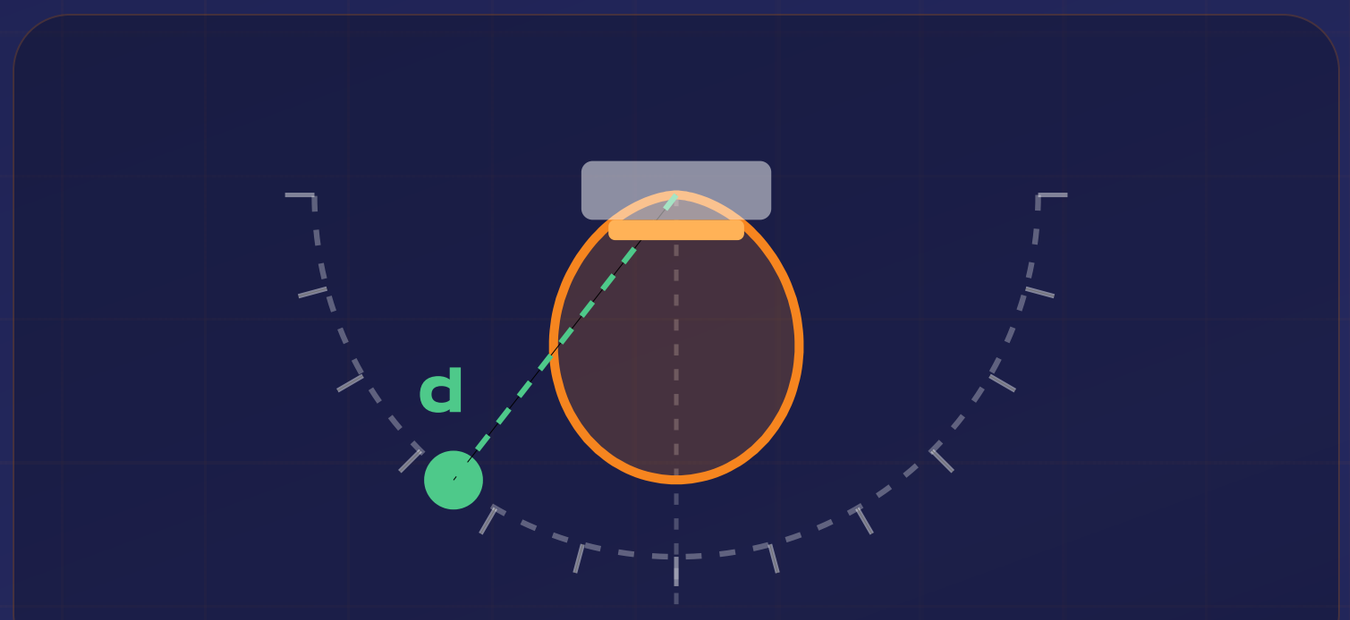
2. والبولي كربونات تحرف أشدّ فتعكس أكثر: نحو 5.1% للوجه وسقف 90.0%. وتقيس Makrolon نسبة 88% عند 3 mm، فالنقاط الناقصة ممتصّة في الكتلة لا مرتدّة. [6]

الكفاءة اقتران لا قطعة. **تُقاس لبصرية واحدة فوق LED واحد**، ولهذا يتّسع المدى المنشور. [7][8]

من أين يأتي المنحنى

التوزيع يُقاس، لا يُنقل.





منحنى التوزيع الضوئي (LDC)

يقرأ الكاشف الاستضاءة، والشدّة I = E · d². والمجال البعيد يعني مسافة لا تقلّ عن ×5 أكبر بُعد مضيء. [17]

شبكة كاملة من مستويات C وزوايا γ

مسح Type C شائع: C مستوى 24 × ٧ خطوة 181 = نقطة 4,344 مقيسة. [14]

ملفات IES و LDT و TM-33

الامتداد ies. هو LM-63-19، وldt. هو EULUMDAT، وTM-33 خلفه بصيغة XML. وهي ما يقرأه DIALux و Relux. [15]

قياس فوتومتري مطلق وفق LM-79

تُقاس الإنارة المكتملة مرّة واحدة: التدفق والتوزيع والقدرة والفعالية واللون معاً. [16]

يلتقط توزيع شدّة الإنارة الكامل الذي يقوم عليه أي تقرير فوتومتري دقيق. والملف لا يفوق جودة القياس الذي وراءه، فاسأل من قاسه، وبأي طريقة، وهل كانت البصرية التي تشتريها هي نفسها المركّبة على الجهاز.

المادة

ثلاث مواد، وثلاث مفاضلات مختلفة.

المادة	نفاذية مرجعية*	الكثافة
PMMA أكريليك · n 1.491	~92% مقيسة، DIN 5036-3 [5]	1.19
PC بولي كربونات · n 1.586	88% مقيسة عند 3 mm، ISO 13468-2 [6]	1.20
زجاج بوروسيليكات 3.3 · n 1.473	92.8% محسوبة، سقف السطحين [12]	2.23

*تستند هذه القيم إلى أسس قياس مختلفة، ولا ينبغي تفسيرها على أنها مقارنة اختبارية مباشرة بين المواد. الكثافة بوحدة g/cm³.

الزجاج يكلّف كتلة لا تدفقاً: **عند هندسة العدسة نفسها**، تزن عدسة البوروسيليكات المكافئة في الحجم نحو 1.9× وزنها بالأكريليك. وهذه العدسة، لا الإنارة.

من مجموعة NLC

البصرية مكتوبة في ورقة المواصفات.

HARMONY لوحة LED سطحية/معلّقة، 20-40 W



ناشر Opal أو Microprismatic

UGR <· 19 للموشوري الدقيق فقط

جسم واحد وبصريّتان. ورقم الـ UGR منشور للنسخة الموشورية الدقيقة وحدها.

DOVE إنارة جدارية، 15 W، IP65



ناشر Opal PC

البصرية ومادّتها في سطر مواصفة واحد، على إنارة خارجية.

CONTRAST إنارة أرضية غاطسة، 2 W × 24 (48 W إجمالاً)



عدسة UV-PC | زجاج 8 mm

المادتان مسمّاتان في إنارة واحدة: عدسة PC مقاومة للأشعة فوق البنفسجية، وغطاء من الزجاج المقسّى بسماكة 8 mm.

LAVA إنارة أرضية غاطسة، 13.2-18.2 W



زجاج مقسى متدرج

حين تكون أحمال المشاة والبيئة الساحلية عاملين حاسمين، يكون الزجاج الخيار الأنسب.

كل رقم في هذه الشريحة منقول من صفحة المنتج التي تسمّيه. [13]

قبل التوقيع

خمسة أسئلة تحسم البصرية.

- ☐ أي عائلة بصريات، مسمّاة في الجدول؟ كلمة «عدسة» ليست مواصفة.
- ☐ أي مادة، وهل تبرّرها البيئة؟ التعرّض للأشعة فوق البنفسجية، واحتمال الصدم، وأحمال المشاة.
- ☐ ملف فوتومتري والبصرية الثانوية مركّبة، لا ورقة بيانات الشريحة. [1][2]
- ☐ إن ذُكر رقم UGR، فلأي غرفة وتوزيع وراصد؟ [11]
- ☐ إن كان في الجدول حاجب أو شبكة، فماذا تقول القياسات الفوتومترية عن خرج الإنارة وهو مركّب؟ [9]

المصادر

من أين جاءت هذه الأرقام.

[1] IES, Beam Angle · [2] IES, Field Angle
[3] IES, Total Internal Reflection · [4] IES, Cut-off Angle
[5] Röhm, PLEXIGLAS GS/XT 211-1-EN (DIN 5036-3, ISO 489, ISO 1183)
[6] Covestro Makrolon 2408 (ISO 13468-2, ISO 489, ISO 1183-1)
[7] Carclo Optics, Efficiency (optical), definition
[8] Carclo Optics, optic 10621, LED-dependent efficiency and FWHM
[9] Kino Flo Celeb 250, ANSI/IES LM-79-08, Light Laboratory Inc., 2017
[10] BS EN 12464-1:2021, Table 7, screen-workstation luminance
[11] CIE 190:2010, UGR tables for indoor luminaires
[12] DIN ISO 3585, borosilicate glass 3.3, properties
[13] NLC product pages, nlc.com.sa/product/ · harmony · dove
contrast · lava · spectra · magic-t · the MARCO range
[14] ANSI/IES LM-75-19, goniometer types and coordinate systems
[15] ANSI/IES LM-63-19 (.ies) · EULUMDAT (.ldt) · ANSI/IES TM-33-18
[16] ANSI/IES LM-79-19, absolute photometry of SSL products
[17] CIE 121-1996, photometry and goniophotometry of luminaires

الاستشهادات الكاملة، وما جرى التحقّق منه، وما امتنعنا عن طباعته عمداً: في مقال الحلقة.

الحلقة كاملة

اقرأ الشرح الموسّع

امسح الرمز لقراءة المقال

https://nlc.com.sa/ar/academy/fixture-lens-types.html

الحلقة القادمة

DIALux والمقياس الزاوي