

ضمائم

روشنایی در معدن

ضمانت روشنایی در معدن

۱- زاویه فضایی

همانطور که در صفحه ۱۰ کتاب آمده است برای تبدیل زاویه مسطحه به زاویه فضایی از رابطه زیر استفاده می‌کنیم.

$$\omega = 4\pi \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

در استفاده از این رابطه باید توجه شود که زاویه α نصف زاویه راس مخروطی است که نور در آن مخروط تابیده می‌شود. مثلاً اگر زاویه راس مخروط 60° درجه باشد آنگاه زاویه α برابر 30° درجه است و لازم است تا سینوس زاویه 15° درجه حساب شده و به توان ۲ برسد.

اگر در این رابطه بجای $\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ از بسط کسینوس 2α استفاده شود رابطه زیر بدست می‌آید که ممکن است از رابطه اول ساده‌تر باشد.

$$\omega = 2\pi(1 - \cos\alpha)$$

در این رابطه نیز زاویه α نصف زاویه راس مخروط است. مثلاً اگر زاویه راس مخروط 60° درجه باشد آنگاه α برابر 30° درجه است و لازم است تا کسینوس 30° درجه حساب شده و از عدد یک کسر گردد. در استفاده از این روابط توجه داشته باشید که اگر زاویه α را بر حسب درجه در اختیار دارید مود ماشین حساب خود را نیز بر روی Degree قرار دهید.

مثال:

یک منبع نور در معدن، نور خود خود را در فضایی مخروطی شکل با زاویه راس 80° درجه منتشر می‌کند. زاویه فضایی مربوطه را بر حسب استراد تعیین کنید.

حل:

ابتدا زاویه α را بدست می‌آوریم. چون زاویه راس مخروط 80° درجه است، لذا زاویه α برابر 40° درجه است. حال با استفاده از رابطه $\omega = 2\pi(1 - \cos\alpha)$ مقدار زاویه فضایی بصورت زیر بدست می‌آید.

$$\omega = 2\pi(1 - \cos 40) = 1.46999 \text{ St}$$

۲- مراحل حل مسائل سه بعدی

تعاریف مقدماتی:

نقطه: در مسائل روشنایی در معادن زیرزمینی ممکن است هدف تعیین روشنایی در یک نقطه باشد که بر روی کف، دیوارها و یا سقف تونل قرار دارد. در این مسائل آن محل را نقطه می‌نامیم.

صفحه: صفحه‌ای که نقطه بر روی آن قرار دارد. ممکن است این صفحه، صفحه‌ی کف، سقف یا یکی از دیوارها باشد.

خط عمود: خط عمود خطی است که از چراغ بر صفحه یا امتداد آن عمود می‌شود.

پای چراغ: تصویر چراغ بر صفحه یک نقطه است که به آن پای چراغ می‌گوییم و معمولاً با پریم نام چراغ نشان می‌دهیم. مثلاً پای چراغ A با A' نشان داده می‌شود.

خط چراغ - نقطه: خط مستقیمی که چراغ را به نقطه وصل می‌کند.

خط پای چراغ - نقطه: خط مستقیمی که پای چراغ را به نقطه وصل می‌کند.

زاویه تابش (α): زاویه تابش زاویه بین خط چراغ- نقطه و خط عمود است. این زاویه با علامت α نشان داده می‌شود. این زاویه آرگومان کسینوس در فرمول روشنایی است.

زاویه انحراف (β): زاویه بین خط پای چراغ- نقطه و محور تونل است. این زاویه با علامت β نشان داده می‌شود. در مسائل دو بعدی زاویه انحراف صفر است.

زاویه شعاع نور (γ): زاویه‌ای که بین خط چراغ- نقطه و خطی که بر کف تونل (یا زمین) عمود شده است وجود دارد. این زاویه که آنرا با γ نشان می‌دهیم برای تعیین شدت نور چراغ در یک جهت بخصوص استفاده می‌شود. برای مثال در منحنی صفحه ۵۰ کتاب اعداد نشان داده شده در پایین، سمت راست و بالای منحنی زاویه شعاع نور می‌باشند. این زاویه گاهی با زاویه تابش (α) مساوی می‌باشد. برای مثال اگر نقطه مورد بررسی بر روی کف تونل قرار داشته باشد آنگاه این دو زاویه با یکدیگر برابرند.

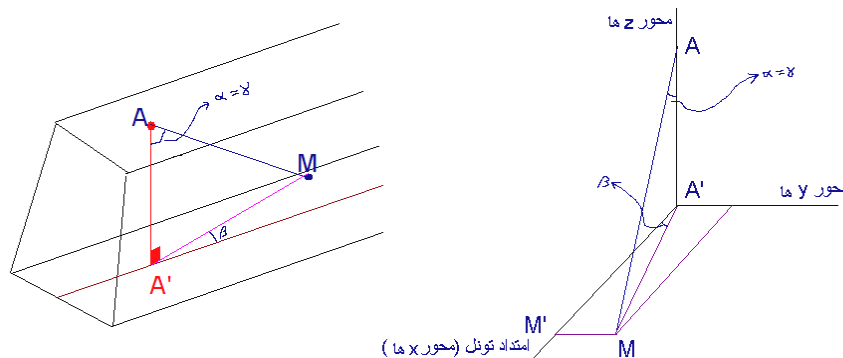
در مسائل دو بعدی روشنایی در معادن زیرزمینی سه نقطه‌ی چراغ، پای چراغ و نقطه بر روی یک صفحه قرار دارند و این صفحه با محور تونل موازی است. در این مسائل تصویر زاویه تابش بر روی یکی از دیوارهای تونل با زاویه تابش برابر است. همچنین در این مسائل زاویه انحراف (β) صفر است.

در مسائل سه بعدی روشنایی در معادن زیرزمینی سه نقطه‌ی چراغ، پای چراغ و نقطه بر روی صفحه‌ای که موازی محور تونل است قرار ندارند و لذا زاویه انحراف عددی بجز صفر است. در این مسائل برای تعیین شدت نور از منحنی‌های سه بعدی استفاده می‌شود که چند نمونه از آنها در صفحه ۴۵ تا ۴۹ کتاب آمده است. در این منحنی‌ها زاویه شعاع نور (γ) بر روی خط قائم درج شده است و پایین‌ترین عدد معرف $\gamma = 0$ است و زاویه انحراف (β) بر روی خط افقی درج شده است و عدد وسط منحنی معرف $\beta = 0$ است.

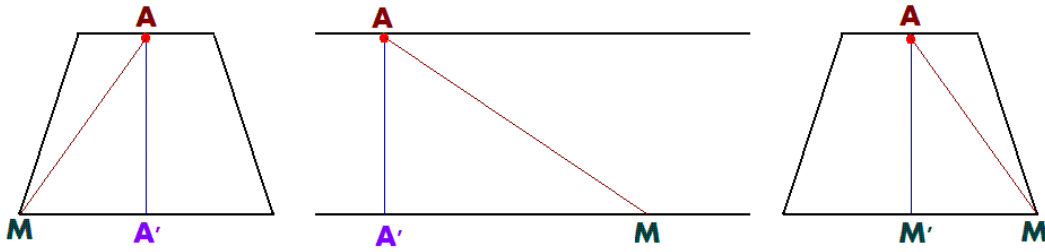
برای حل مسائل سه بعدی نیاز به رسم یک دستگاه مختصات دکارتی مثبت است. برای رسم این دستگاه مختصات برای حالتی که نقطه مورد بررسی بر روی کف تونل قرار داشته باشد به ترتیب زیر عمل می‌کنیم.

- ۱- محور Z ها از چراغ عبور کند.
- ۲- محور X ها با امتداد تونل موازی باشد.
- ۳- صفحه XOY بر کف تونل منطبق شود (در این وضعیت مرکز مختصات بر روی تصویر چراغ قرار گرفته است).

- ۴- جهت محور X ها طور انتخاب شود تا نقطه در قسمت مثبت محور X ها قرار گیرد (ممکن است نقطه در قسمت مثبت یا منفی محور Y ها قرار داشته باشد).
- شکل زیر یکی از حالت‌های ممکن را نشان می‌دهد.

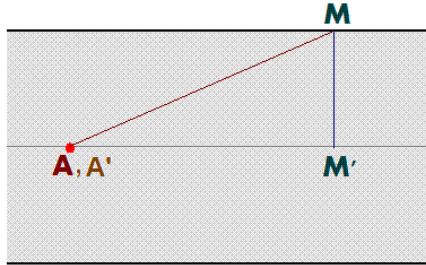


چهار نمای این موقعیت در شکل زیر نشان داده شده است.



راهنما:

A: چراغ در سقف تونل
 A': تصویر چراغ در کف تونل
 M: نقطه در کف تونل
 M': تصویر نقطه بر محور مرکزی تونل



AA'=2.2 m
 A'M'=3.1 m
 MM'=1.2 m

از روابط زیر زوایای تابش و انحراف را با توجه به شکل سه بعدی (و نه تصاویر بالا) محاسبه می‌کنیم.

$$A'M = \sqrt{A'M'^2 + MM'^2}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{A'M}{AA'}\right)$$

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{MM'}{A'M'}\right)$$

در حالتی که نقطه بر روی کف تونل قرار دارد زاویه تابش (α) با زاویه شعاع نور (γ) برابر است لذا با داشتن زاویه شعاع نور و زاویه انحراف (β) مقدار شدت نور (I) از منحنی سه بعدی تعیین می‌شود. در مرحله بعدی با استفاده از رابطه زیر مقدار شدت روشنایی (E) در نقطه M تعیین می‌شود.

$$E = \frac{I}{h^2} \cos^3 \alpha$$

این عملیات را برای تمامی چراغ‌ها و نقاط جداگانه انجام می‌دهیم.

روش لومن برای طراحی روشنایی:

$$E = \frac{\phi \cdot F_u \cdot F_{ab} \cdot F_m}{b \times l}$$

$$l = \frac{\phi \cdot F_u \cdot F_{ab} \cdot F_m}{b \times E}$$

$$\phi = \frac{E \cdot b \cdot l}{F_u \cdot F_{ab} \cdot F_m}$$

۳- روشنایی در معادن سطحی

خاصیت ویژه روشنایی در معادن سطحی این است که ممکن است بجز روشنایی بر روی زمین روشنایی بر روی دیواره معدن نیز مورد نظر باشد. همچنین در بسیاری از موارد در معادن سطحی دیواره‌های معدن دارای زاویه‌ای بجز ۹۰ درجه با سطح زمین می‌سازند و این مسئله طراحی روشنایی بر روی دیواره‌های معدن را دشوارتر می‌سازد. در این بخش چند مثال از معادن سطحی ارائه می‌شود.

مثال ۱:

مطابق شکل زیر برای روشن کردن دیواره و کف یک جبهه کار معدن سنگ ساختمانی از یک منبع نور که بر روی دکل نصب شده است استفاده می‌شود.

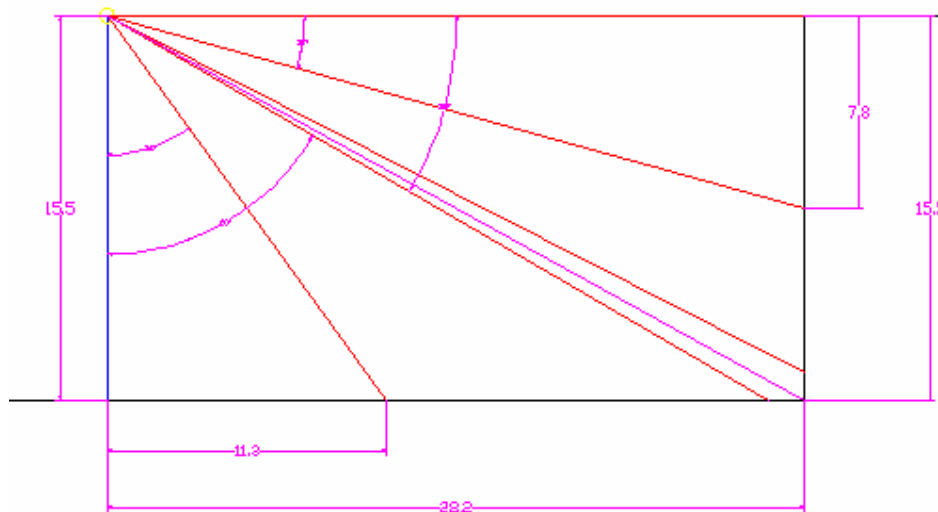
ارتفاع دکل و پله ۱۵/۵ متر و فاصله دکل از دیواره ۲۸/۲ متر است.

الف- روشنایی در فاصله ۱۱/۳ متری از پای دکل بر روی زمین را حساب کنید.

ب- روشنایی بر روی دیواره در نقطه‌ای که از بالای پله ۷/۸ متر فاصله دارد را حساب کنید.

ج- روشنایی در پای پله بر روی کف و بر روی دیواره را حساب کنید.

منحنی توزیع نور منبع مطابق شکل صفحه ۵۰ کتاب است.



محاسبه روشنایی در فاصله ۱۱/۳ متری از دکل بر روی کف زمین:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{11.3}{15.5}\right) = 36.0932^\circ$$

$$\gamma = \alpha \Rightarrow I = 800 \quad cd$$

$$E = \frac{800}{15.5^2} \cos^3(36.0932^\circ) = 1.76 \quad lx$$

محاسبه روشنایی در فاصله ۷/۸ متری از لبه پله بر روی دیواره:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{7.8}{28.2}\right) = 15.4612^\circ$$

$$\gamma = 90 - \alpha \Rightarrow \gamma = 74.5388 \Rightarrow I = 1300 \quad cd$$

$$E = \frac{1300}{28.2^2} \cos^3(15.4612^\circ) = 1.46 \quad lx$$

محاسبه روشنایی در نقطه‌ای واقع بر کف زمین نزدیک به پای پله:

$$\alpha = \gamma = \tan^{-1}\left(\frac{28.2}{15.5}\right) = 61.2048^\circ \Rightarrow I = 1100 \quad cd$$

$$h = 15.5 \quad m$$

$$E = \frac{1100}{15.5^2} \times \cos^3(61.2048^\circ) = 0.512 \quad lx$$

محاسبه روشنایی در نقطه‌ای واقع بر دیواره نزدیک به پای پله:

$$\gamma = \tan^{-1}\left(\frac{28.2}{15.5}\right) = 61.2048^\circ \Rightarrow I = 1100 \quad cd$$

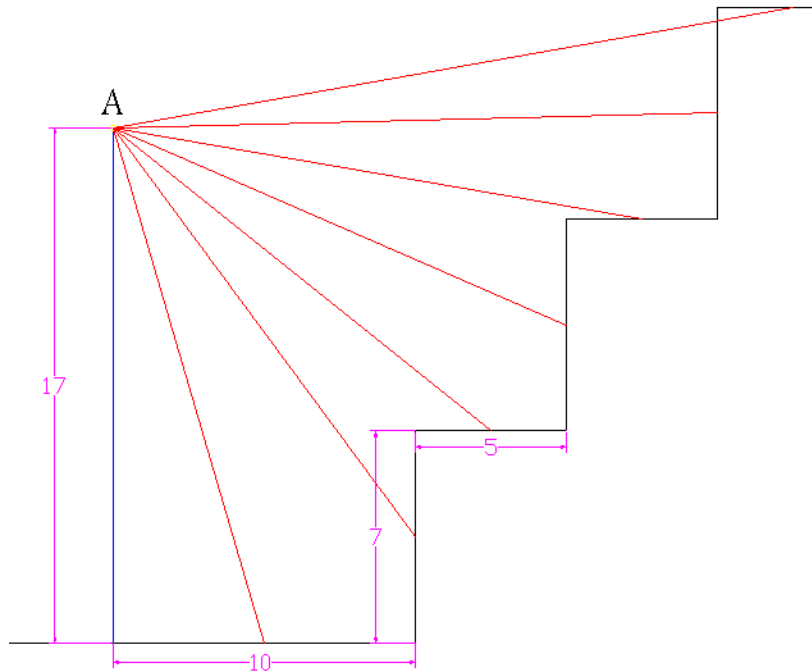
$$\alpha = 90 - \gamma = 28.531^\circ$$

$$h = 28.2 \quad m$$

$$E = \frac{1100}{28.2^2} \times \cos^3(28.539985^\circ) = 0.938 \quad lx$$

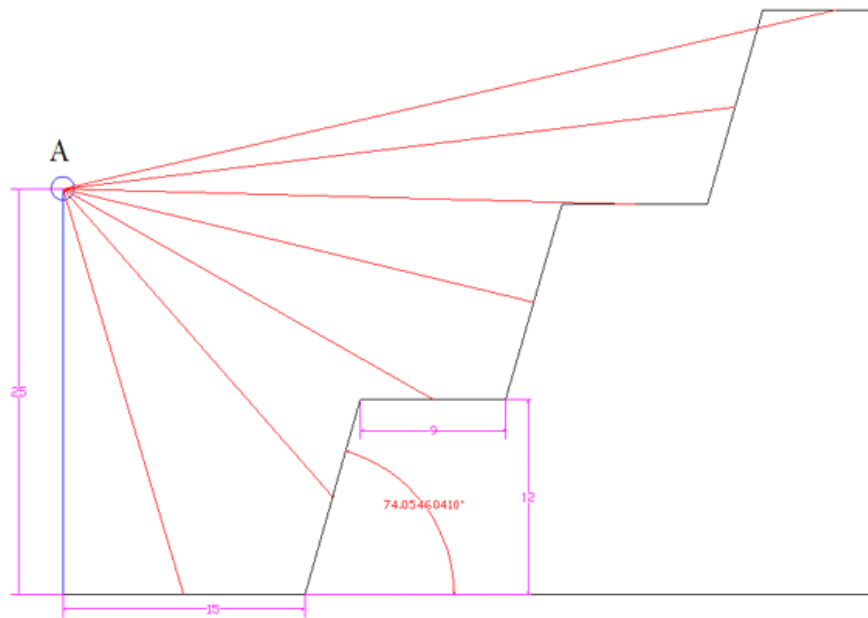
مثال ۲:

مطابق شکل روبرو برای روشن کردن دیواره و کف پله های یک معدن سنگ ساختمانی از یک منبع نور که بر روی یک دکل ۱۷ متری قرار گرفته است استفاده می شود. فاصله دکل از اولین پله ۱۰ متر، ارتفاع هر پله ۷ متر و عرض هر پله ۵ متر می باشد. مطابق شکل زیر روشنایی در وسط هر دیواره، وسط هر کف پله و همچنین در فاصله ۵ متری از پای دکل بر روی کف معدن را حساب کنید. منحنی توزیع نور منبع مطابق شکل صفحه ۵۰ کتاب است.



مثال ۳:

مطابق شکل روبرو برای تامین روشنایی در یک معدن فلزی روباز از یک منبع نور که بر روی دکلی به ارتفاع ۲۵ متر نصب شده است استفاده می شود. فاصله دکل از پای اولین پله ۱۵ متر است. ارتفاع هر پله ۱۲ متر، عرض هر یک از آنها ۹ متر و شیب پله ها 74.05460410° درجه است. مطابق شکل زیر میزان روشنایی در وسط هر دیواره، وسط هر کف پله و همچنین در فاصله $7/5$ متری از پای دکل بر روی کف زمین را حساب کنید. منحنی توزیع نور منبع مطابق شکل صفحه ۵۰ کتاب است.



غلط نامه کتاب خدمات فنی در معادن - بخش روشنایی			
صفحه	محل	غلط	صحیح
۱۱	سطر ۹	۳۲۰۰	۲۳۰۰
۲۲	سطر اول مسئله ۳-۱	سقف اطاقی	گوشه‌ی سقف اطاقی
۲۲	سطر اول حل مسئله ۳-۱	در مرکز اطاق در زیر لامپ	در زیر لامپ
۲۳	سطر آخر	۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه	۵۳/۱۳ درجه
۲۴	سطر اول بعد از شکل	۷۴ درجه و ۷۴ دقیقه	۷۴/۷۴ درجه
۲۵	سطر مربوط به ثانیاً	و شعاع یک متر	و قطر یک متر
۲۵	انتهای سطر ششم	lx	lm
۲۶	سطر دهم	$\frac{10}{6}$	$\tan^{-1}(\frac{10}{6})$
۳۰	انتهای سطر اول	روشنایی	درخشندگی
۳۳	زیرنویس دو شکل پایین از چهار شکل		د ج
۵۲	از پایین سطر سوم	۲۴۰	۳۰۰
۵۳	شکل ۳۸-۱	سه حرف C B A در کنار یکدیگر آورده شوند.	
۵۳	شکل ۳۸-۱	E در پایین شکل سمت راست حذف شود.	
۵۳	فرمول اول، صورت کسر	۲۴۰	۳۰۰
۵۳	فرمول اول، حاصل محاسبه	۴۹/۵۸	۶۱/۹۸
۵۳	عدد اول در محاسبات سطر چهارم	۴۹/۵۸	۶۱/۹۸
۵۳	نتیجه محاسبات سطر چهارم	۵۲/۵۹۴	۶۴/۹۹۴
۵۴	سطر یکی مانده به آخر محاسبات	۱۲۶ cd	۱۲۶ lx
۵۷	ردیف دوم صورت مسئله	(شکل ۱-۴۴)	(شکل ۱-۴۶)
۵۸	شکل پایین سمت راست	A C B B	A C B
۵۸	زیرنویس شکل پایین صفحه	مربوط به مثال ۱۴-۱	مربوط به مثال ۱۵-۱
۵۹	سطر اول مسئله	در شکل ۴۶-۱	در شکل ۴۴-۱
۵۹	شکل ۴۶-۱	آلفا و بتا	[حذف شوند]
۵۹	زیرنویس شکل ۴۶-۱	مربوط به مثال ۱۵-۱	مربوط به مثال ۱۴-۱
۶۰	ردیف پنجم	$I_C = ۵۰۰$	$I_C = ۱۲۵۰$ شمع
۶۰	شکل سمت چپ	۴ m	۲۱/۰۰۶ m
۱۲۱	سطر آخر مثال ۳-۴	M	N
۱۲۲	عنوان شکل ۳-۸	مربوط به مثال ۳-۸	مربوط به مثال ۳-۵

غلط نامه کتاب خدمات فنی در معادن - بخش روشنایی			
صفحه	محل	غلط	صحیح
۱۲۵	سطر نهم	شکل ۷-۳	شکل ۹-۳
۱۳۳	سطر ۱۲	آنه‌اغ	آنها
۱۳۴	ردیف ۶ جدول ۱-۴ ستون ۳۰۰ وات	۱۸۵۰	۴۸۵۰
۱۴۷	جدول ۳-۴ ردیف ۶ ستون ۴	۱۳۰۰	۴۳۰۰