الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الصوتيات والإضاءة في العمارة

م. سنا بي اوغلو

الأكاديمية العربية الدولية – منصة أعد

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

القسم الأول

الصوتيات في العمارة

ARCHITECTURAL ACOUSTICS

THE LOWS OF SOUND

الأكاديمية العربية الدولية – منصة أعد

محاور المحاضرة

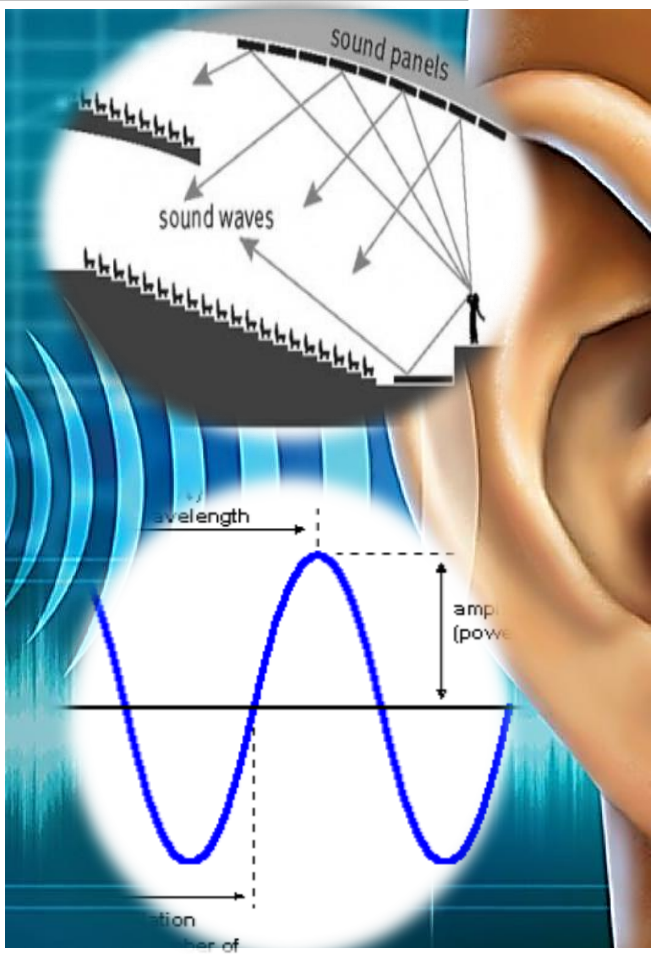
- مقدمة
- نظرة تاريخية لعلم الصوتيات في العمارة
- الصوت والأمواج الصوتية
- سلوك الموجات الصوتية
- انتقال الضوضاءTRANSMISSION OF NOISE
- معالجة انتقال الضوضاء.
- معايير خاصة بمواد البناء لتقليل انتقال الضوضاء

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

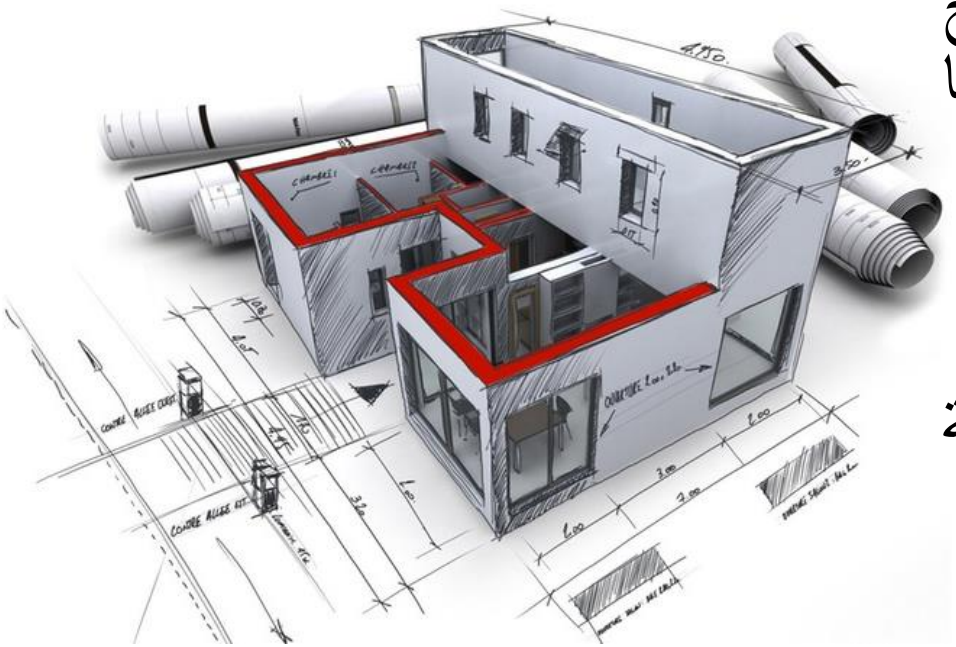
محاور المحاضرة

- الراحة الصوتية ACOUSTIC COMFORT
- امتصاص الصوت SOUND ABSORPTION
- ظاهرة التردد في الصوت REVERBRATION
- الانعكاس REFLECTION
- انتشار الصوت DIFFUSION
- الأساليب المعمارية للتحكم في مستوى الصوت داخل الفراغات
- مثال على دراسة التصميم الصوتي لقاعة محاضرات

مقدمة



- يأخذ المعماري بعين الاعتبار جميع المحسوسات أثناء عملية التصميم، وتتفاعل جميع حواسه (نظر لمس سمع)لإيصال التصميم إلى أكمل نتيجة.



- معرفة أسس الصوتيات في العمارة يتيح للمصمم أخذها بعين الاعتبار وتكاملها مع الأسس الأخرى في التصميم لتشكيل فراغات مريحة للإنسان.

- كل حيز يحتله الإنسان يمتلك بيئة صوتية يمكن أن تؤثر على ما حوله.

ماهو علم الصوتيات في العمارة؟

فرع علمي وهندسي يتمثل بتحقيق الصوت بصورة جيدة في المباني والأماكن المغلقة مثل فصل دراسي، غرفة معيشة أو غرفة نوم، مسرح أو قاعة موسيقى، استوديو إذاعي أو تليفزيوني، حجرة مريض بمستشفى إلخ.

الهدف من الصوتيات في العمارة

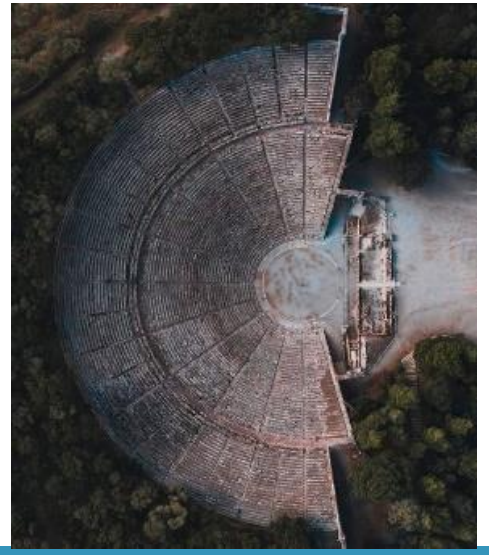
يتلخص الهدف منها في نقطتين محوريتين:

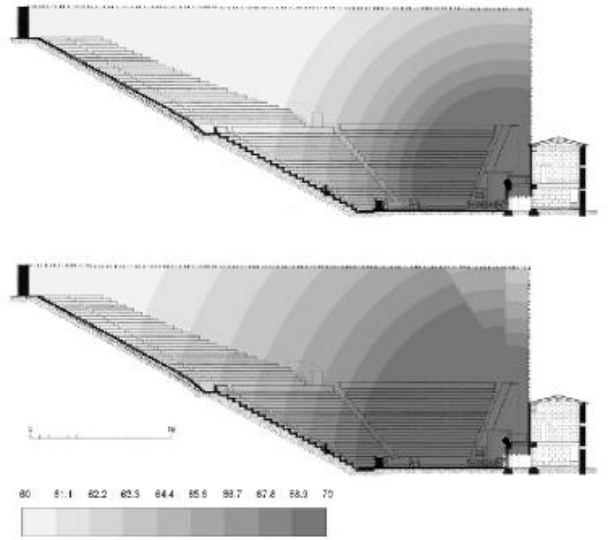
1. توفير انتشار متجانس للصوت في الفراغات المعمارية.
2. التخلص من الإزعاج الداخلي والخارجي، أي التحكم في الضوضاء.

لجعل الفراغات المعمارية (غرف نوم جلوس مكاتب، استوديو..الخ) بالتكامل مع أسس التصميم الأخرى (شكل الفراغ وأبعاده والنسبة بين تلك الأبعاد والمواد المستخدمة في بناءه واكساءه) تخدم الغرض الذي صممت من أجله سواء العمل، الراحة، النوم.

مقدمة تاريخية عن الصوتيات في العمارة

ارتبط الاهتمام بالصوتيات في العمارة في العصور السابقة في عالم الفنون والمسرح وفي دور العبادة والغرض تحقيق انتشار الصوت ووصوله لعدد أكبر من الحاضرين، فالمسرحين الاغريقي و الروماني ما هما إلا تطبيقات على ذلك، حيث جعل في البداية على شكل نصف دائري وله مدرجات ترتفع لتحيط بأرضية المسرح. كما وضع عاكس خلف الممثلين على المسرح.





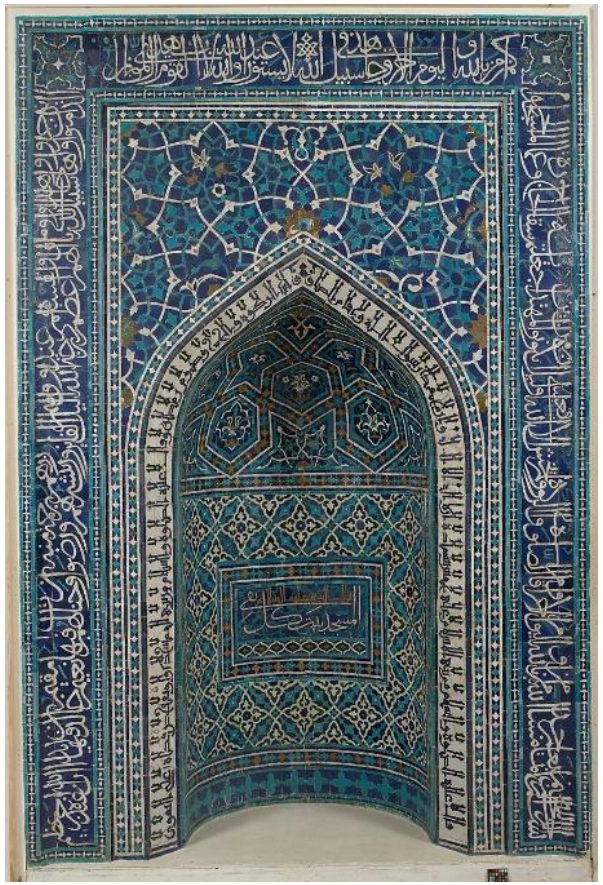
مقدمة تاريخية عن الصوتيات في العمارة

اعتمد شكل القطع الناقص في تركيز الصوت المنعكس وإيصاله إلى أبعد مسافة ممكنة وخصوصا في أماكن العبادة حيث يكون مصدر الصوت في بؤرة ذلك القطع الناقص لتحقيق ذلك.

الصوتيات في العمارة الإسلامية

برعت الحضارة الإسلامية في تطوير تقنية الهندسة الصوتية، وتتجلّى عبقرية المِعمار المُسلم في توظيفه لعناصر الإنشاء المختلفة في إيجاد حلولٍ للمشكلات الصوتية، كمشكلة توصيل الصوت للمصلين في المساحات الشاسعة في المساجد قبل اختراع مُكبّرات الصوت.

الصوتيات المعمارية في العمارة الإسلامية

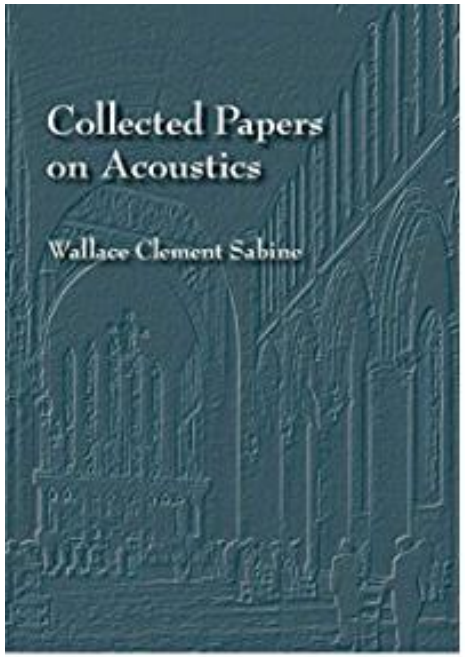


استغل المعماري المسلم انعكاس الصوت على السطوح المُقعّرة حيث تركز معظم الموجات الصوتية المُنعكسة عنها في منطقةٍ مُحدّدة من الفضاء مولدة ما يُعرف البؤرة، فيرتفع منسوب الضغط الصوتي في منطقة دون أخرى مما يؤدي إلى حدوث انعكاس الصوت.

مما كان له أثر في اختياره لأساليب التغطيات المُقعّرة كالقباب وأنصافها وأشكالها المُختلفة، واستخدام المحاريب المُجوّفة التي تُساعد على تجميع صوت الإمام وتكبيره، وإيصاله إلى المصلين خلفه.

علم الصوتيات الحديث

يُعتبر الفيزيائي الأمريكي والاس سابين(1868-1919م) Wallace Sabine أول من أسّس علم الصوتيات المِعمارية في العصر الحديث. وكان لسابين اكتشافات كثيرة ساعدته على اكتشاف العلاقة بين امتصاص الصوت في أي غرفة ونقل الصوت من خلال المواد الصلبة.



ما هو الصوت؟

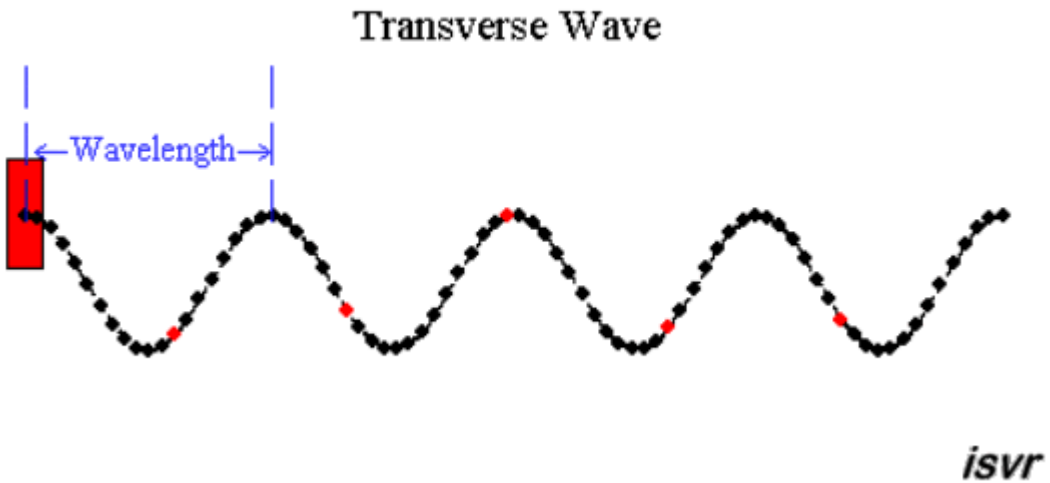
طاقة تنتشر بواسطة أمواج تحدث ذبذبات في الهواء، وهذه الأمواج تنتقل في الأوساط المادية كالهواء والغازات والسوائل والأجسام الصلبة، إلى أن يصل إلى أذن السامع.

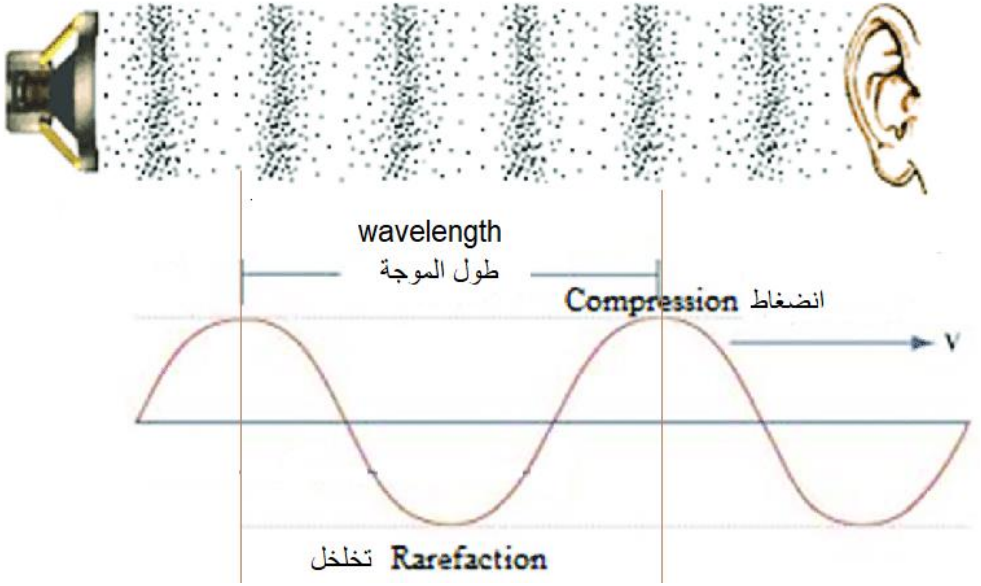
باختصار موجة قادرة على التحرك في وسط مادي.

ما هي الأمواج الصوتية SOUND WAVES إذن؟

موجة ميكانيكية طولية تتكون من تضاغط COMPRESSION وتخلخل RAREFACTION، تتذبذب جزيئات الوسط المادي الناقل حول مواضع الانضغاط والتخلخل في اتجاه انتشار الحركة (الصوت).

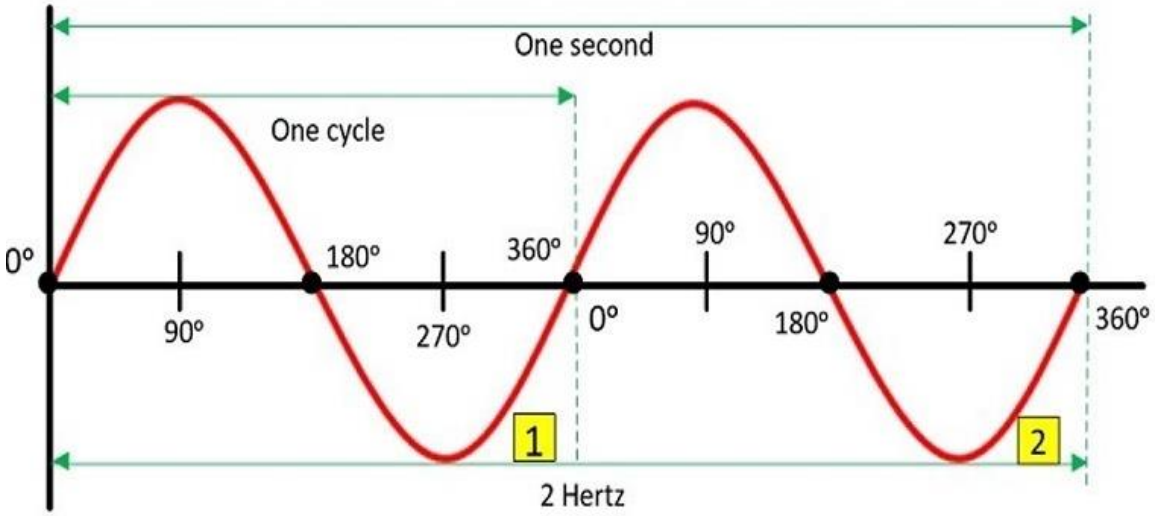
وطول الموجة الواحدة هو المسافة بين تضاغطين متعاقبين أو تخلخلين متعاقبين.



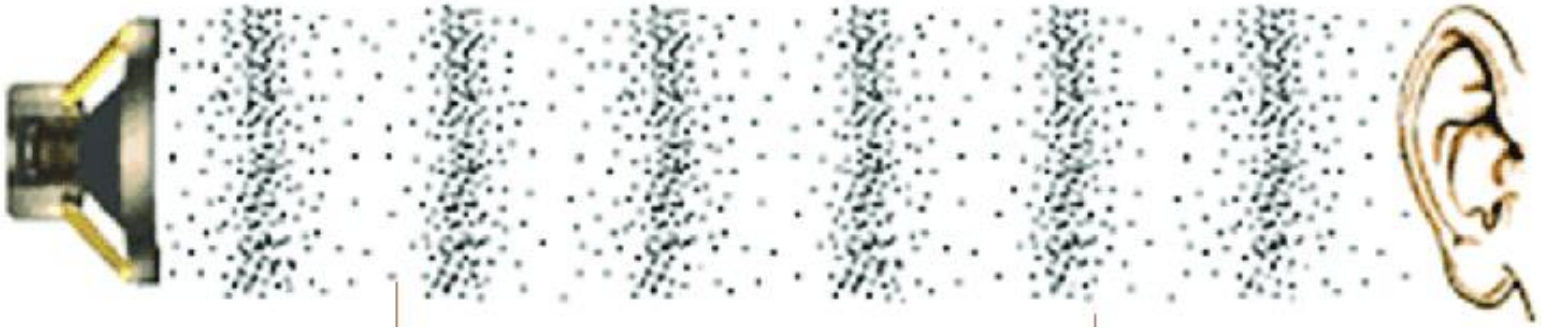


تردد الموجة الصوتية FREQUENCY f

هو عدد الدورات الكاملة في الثانية الواحدة، يعني خلال الثانية الواحدة كم موجة صوتية كاملة تمر((انضغاط وتخلخل)) وواحدتها هرتز hz



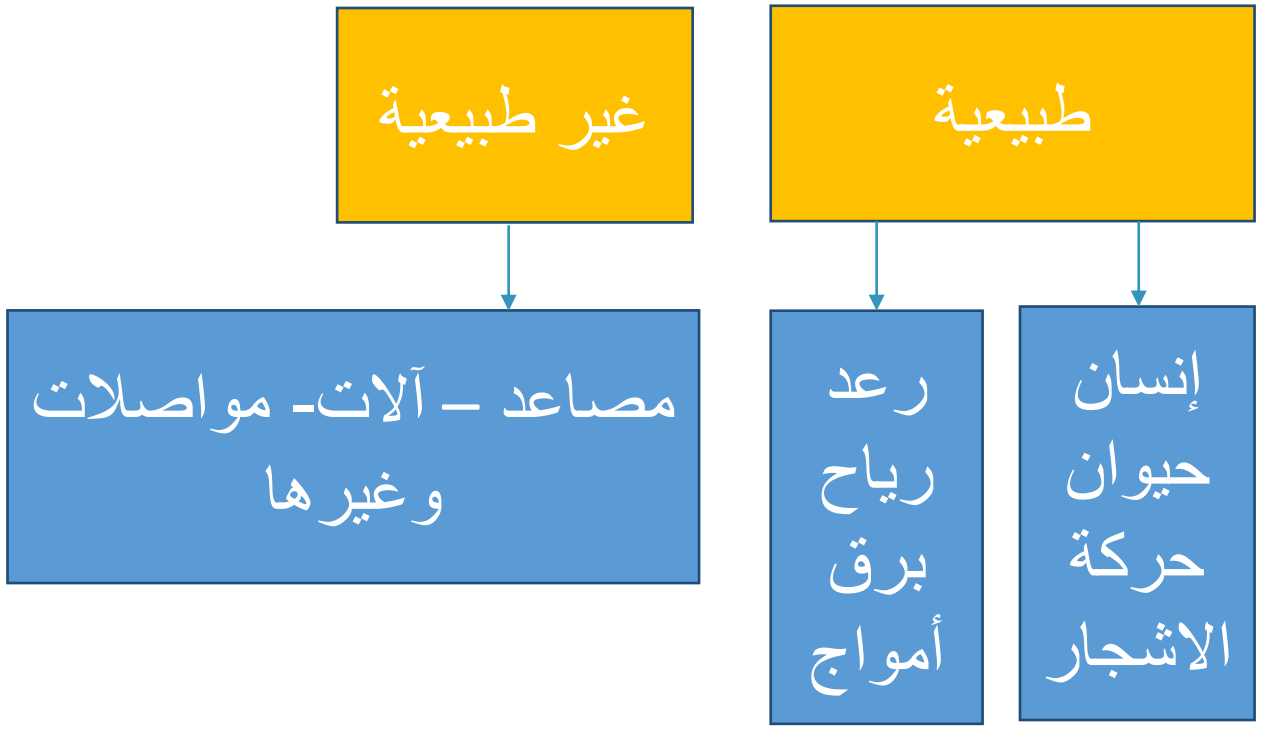
كيف يتولد الصوت؟



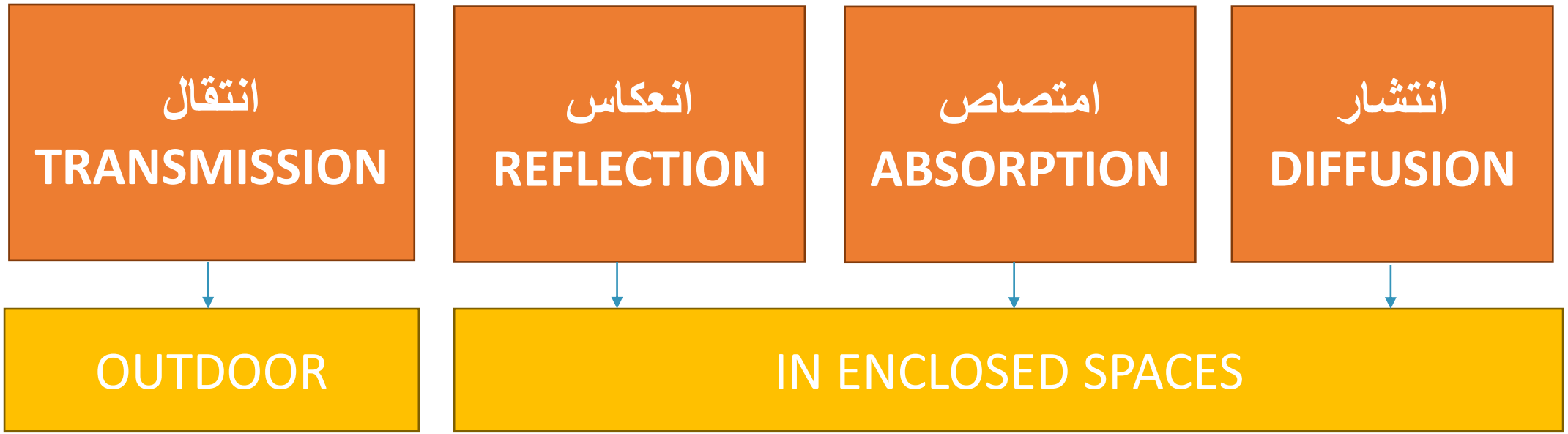
- كيف يتولد الصوت
  - مصدر صوتي
  - وسط مادي لانتقال الصوت
  - مستقبل سمعي

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

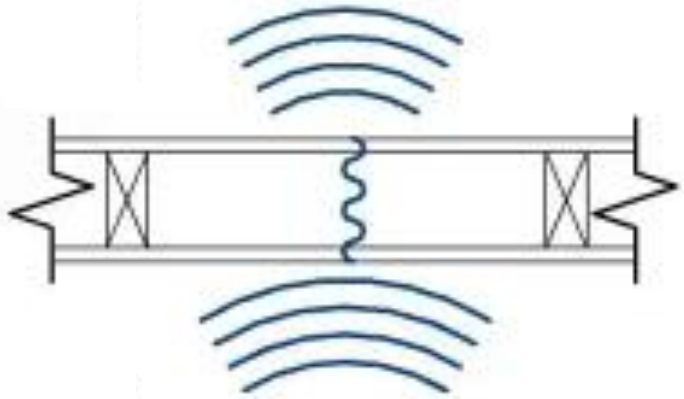
الأصوات التي يسمعها الانسان تنقسم إلى:

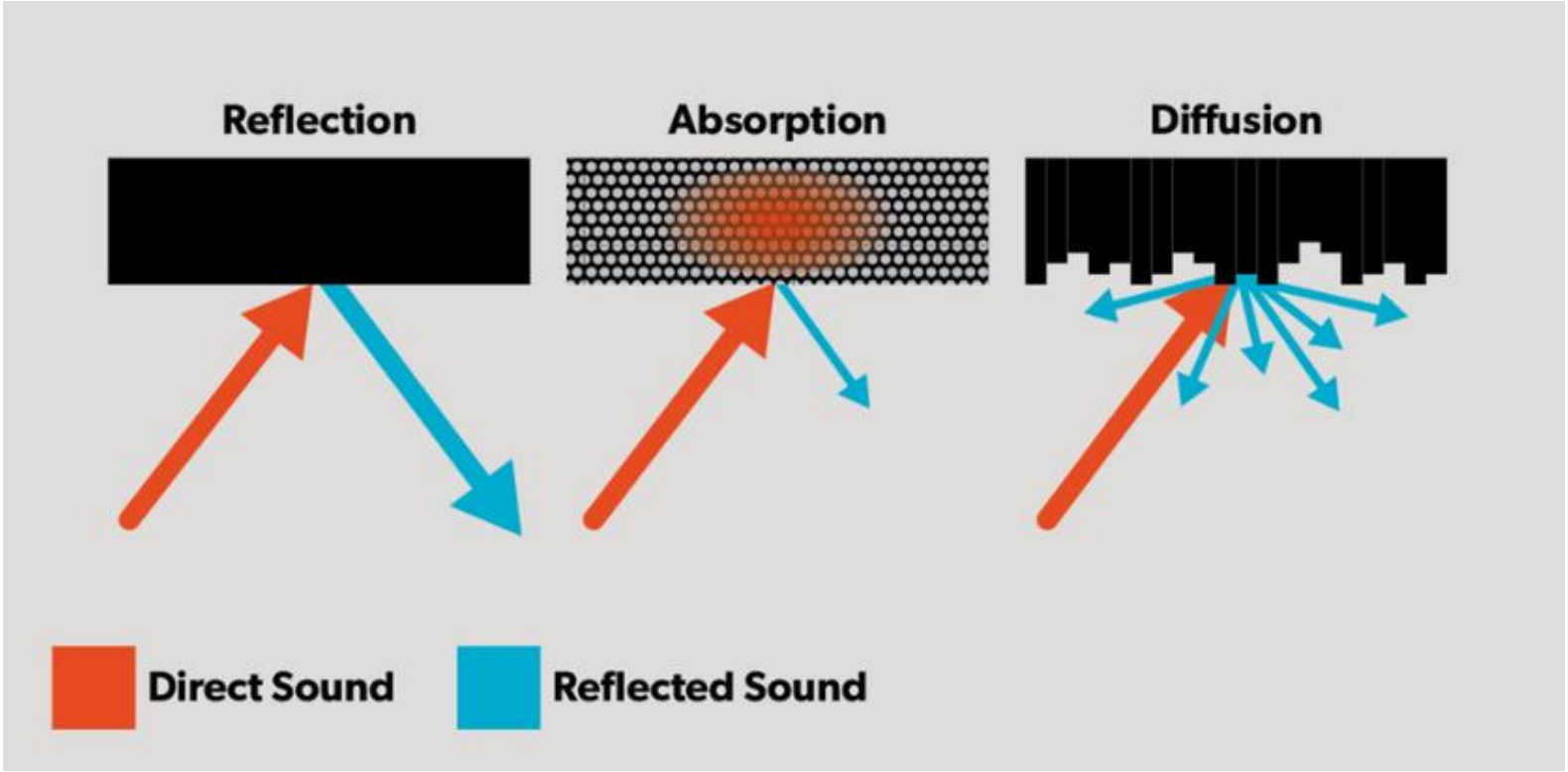


سلوك الموجات الصوتية BEHAVIORS OF SOUND



TRANSMISSION





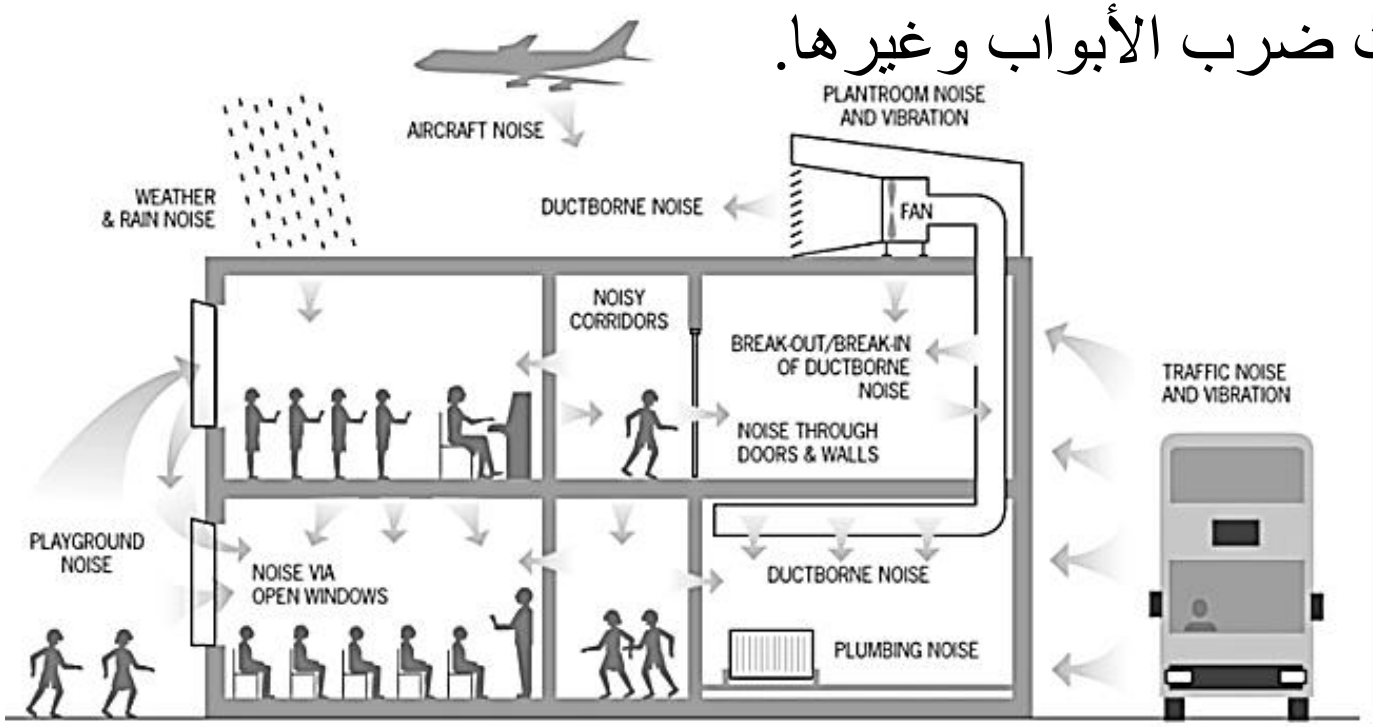
انتقال الضوضاء TRANSMISSION OF NOISE

الضوضاء صوت غير مرغوب ذو تأثير سلبي كأن يكون صوتا مرتفعا، ذو تردد حاد، وكأن يكون صوتا مجهول المصدر. تقاس الضوضاء بالديسبل dB .

ولكل فراغ معماري حد معين للضوضاء مسموح به. على سبيل المثال:

مناطق المستشفيات	35-45 ديسبل
المناطق السكنية	45-55 ديسبل
مناطق سكنية ضمن مناطق تجارية	50-60 ديسبل

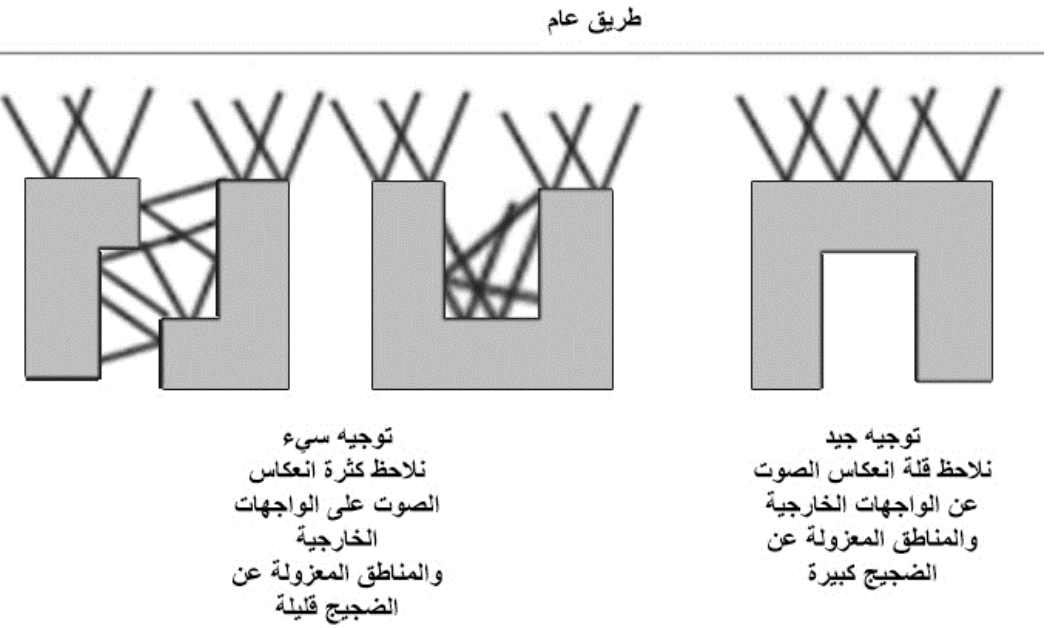
تنتقل الضوضاء في المباني إما عن طريق الهواء كالأصوات البشرية أو الموسيقية وتنتقل من الممرات والفتحات الأبواب والنوافذ، أو عن طريق العناصر الإنشائية كالاهتزازات ووقع الاقدام والأصوات التي تصدرها التمديدات وأصوات ضرب الأبواب وغيرها.

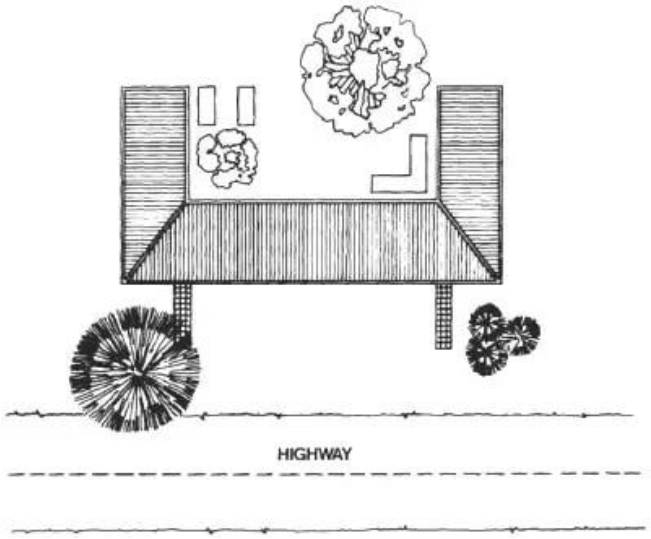


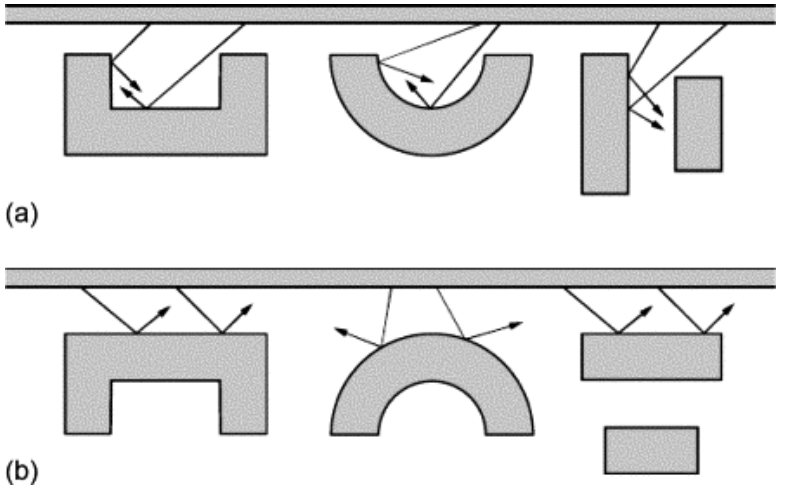
كيف نعالج الضوضاء في تصميم المباني؟

معالجة الضوضاء من خارج المبنى OUTDOOR

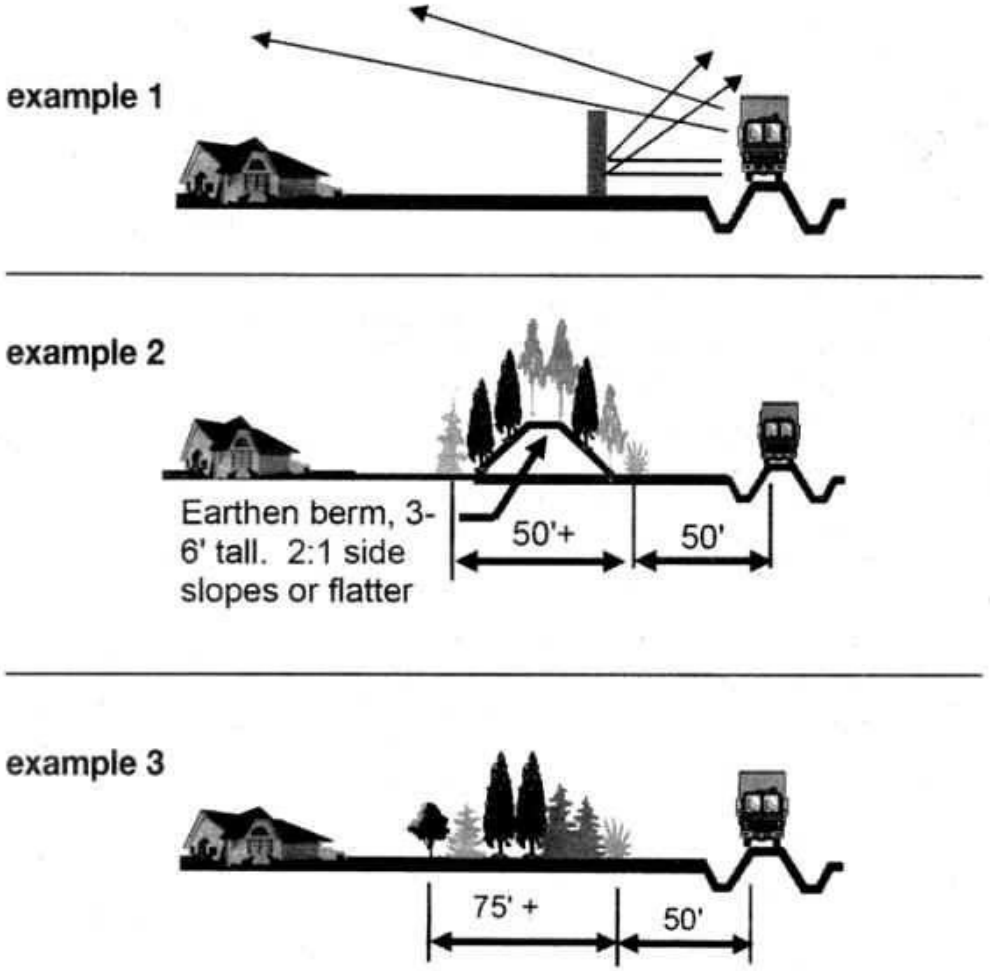
- إما في مرحلة تصميم الموقع SITE PLAN DESIGN كأن يتم توجيه المبنى إلى الابتعاد عن مصادر الضوضاء.







كيف نعالج الضوضاء في تصميم المباني؟



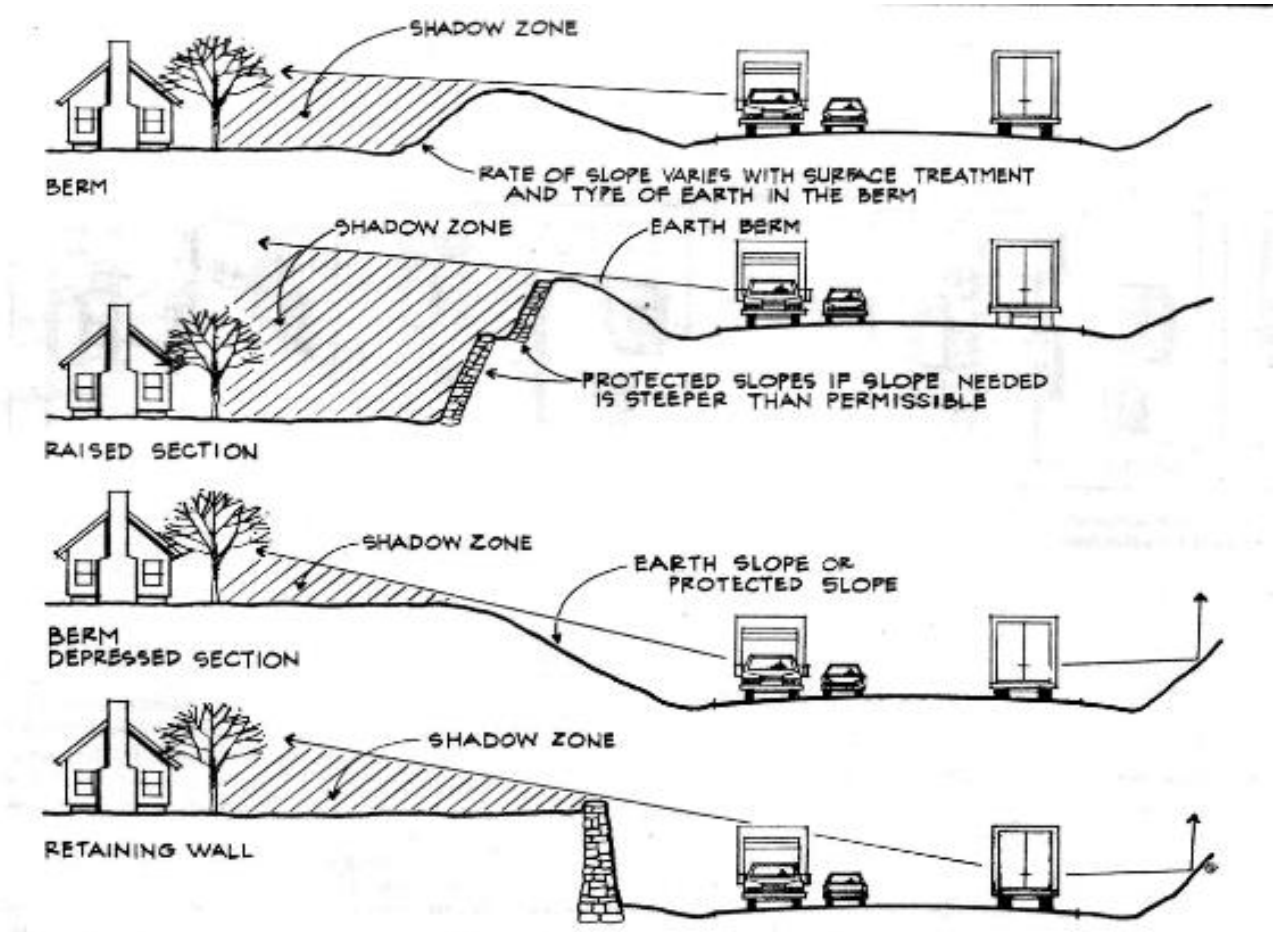
- أو أن يتم وضع حواجز تشتت وتحجب الصوت:

- كالأشجار ذات الأوراق الكثيفة.

- والأسوار التي تكون في بنيتها طبقتين يتخللهما فراغ هوائي أو من مواد تمتص أو تعكس الصوت.

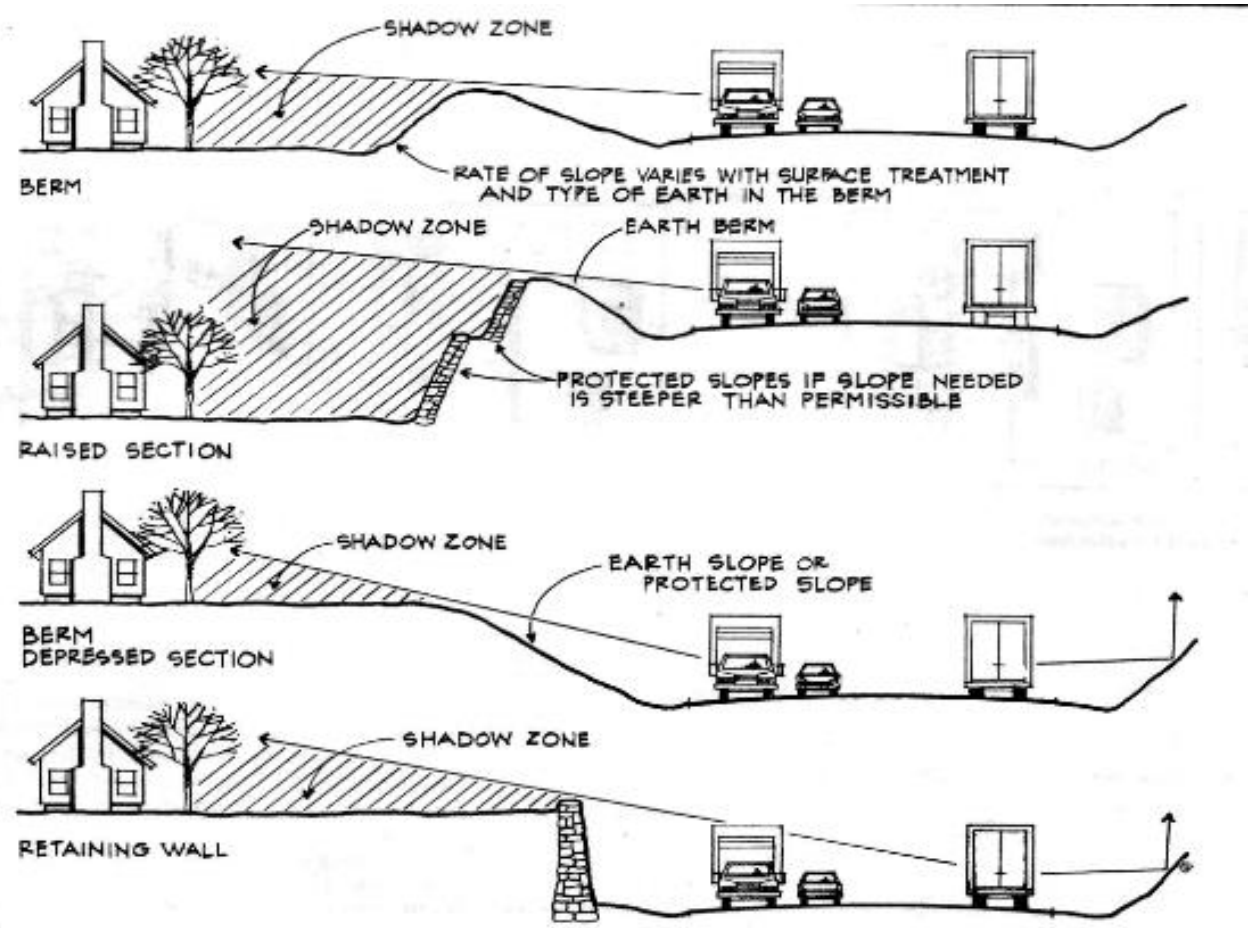
كيف نعالج الضوضاء في تصميم المباني؟

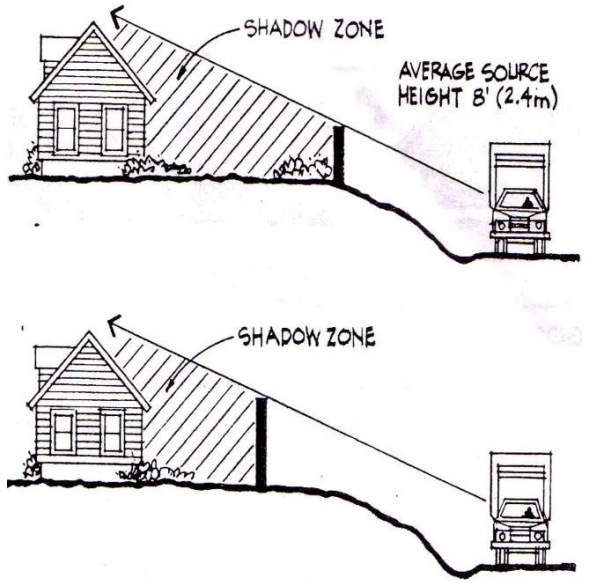
- أو عمل مناسيب مختلفة بين المبنى ومصادر الضوضاء.



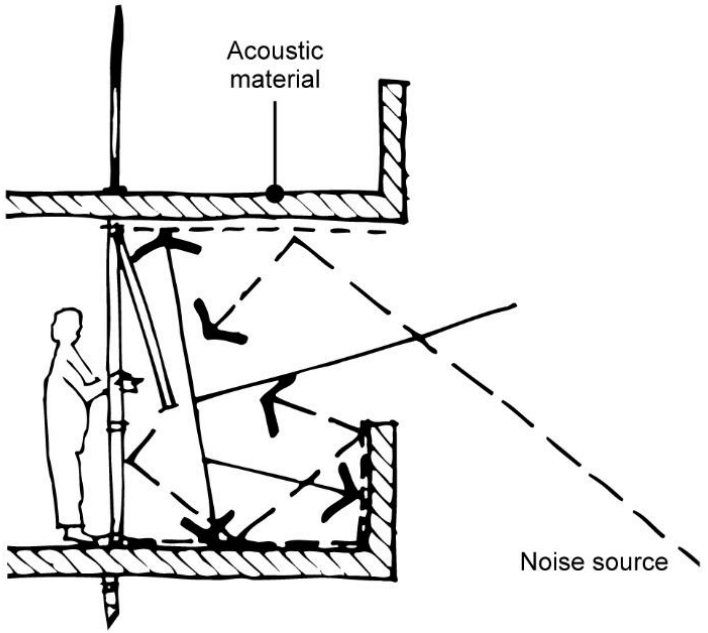
SOUND SHADOW

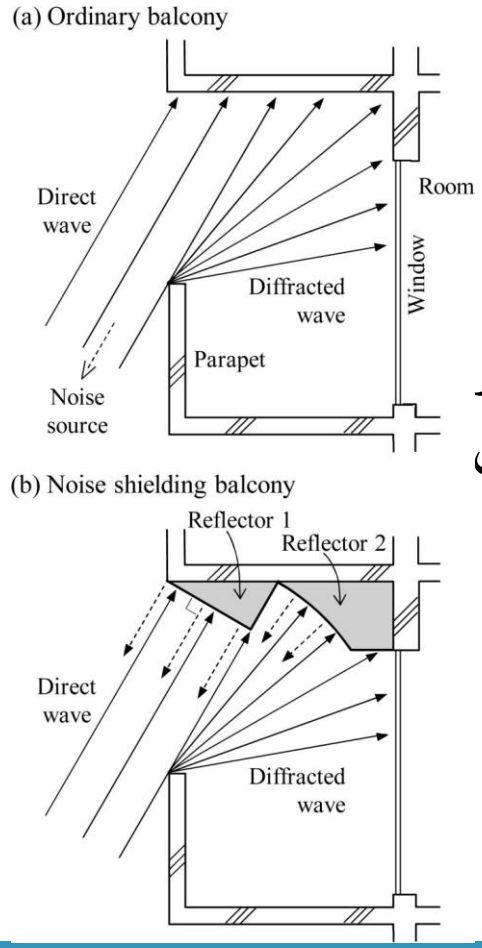
هي منطقة لا تنتشر من خلالها الموجات الصوتية لوجود حواجز تمنع انتقال التيارات الهوائية الناقلة للصوت.





كيف نعالج الضوضاء في تصميم المباني؟





معالجة الضوضاء من داخل المبنى INDOOR

- إما أن تكون بنية الخرسانة نفسها ماصة للصوت كأن تكون فيها إضافات من مواد ترفع كفاءة امتصاص الصوت، أو أن يستعمل بلوك مفرغ، أو أن يكون التصميم نفسه بشكل يعيق انتقال الصوت كوجود حواجز تعكس الصوت يمكن إعطائها مظهر جمالي بوضع زريعات أو شجيرات.

كيف نعالج الضوضاء في تصميم المباني؟

معالجة الضوضاء من داخل المبنى INDOOR

- القواطع الداخلية PARTITIONS أي الجدران الداخلية نفسها تكون ذات بنية عازلة للصوت يكون فيها طبقات من مواد عازلة للصوت ((يوجد أمثلة كثيرة سنتطرق لها في دروس قادمة)).

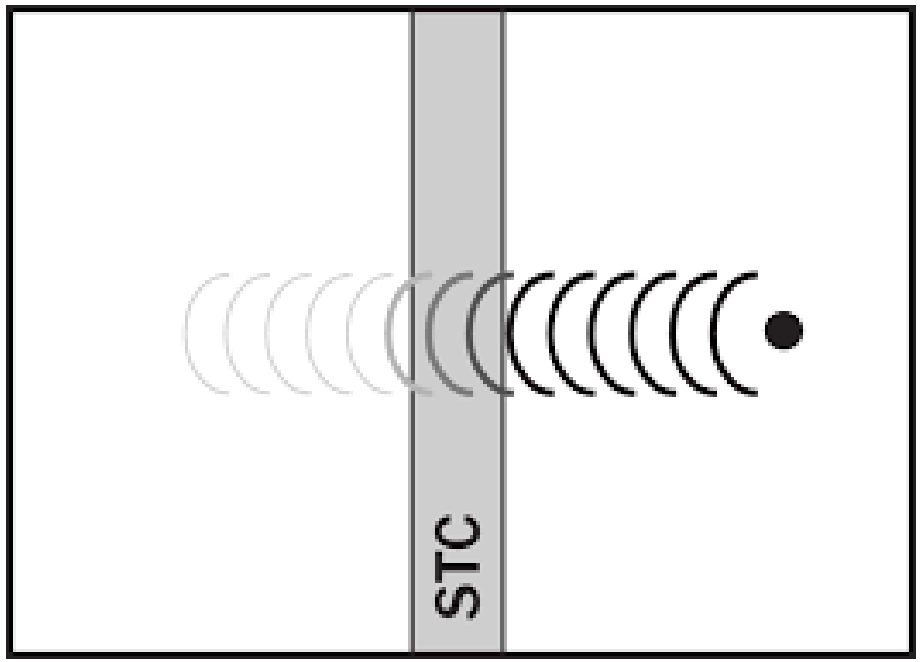
- غلاف المبنى الخارجي SKIN : الجدران الخارجية والنوافذ والأبواب الداخلية، نستعمل في تغليف المبنى وإكساءه الخارجي مواد تقلل من انتقال الصوت في الواجهات الخارجية، كالزجاج الدوبل المضاعف الذي يوفر عزل صوتي وحراري، أو بلوك ذو فراغ هوائي.

Noise Criterion NC

Type of Room - Space Type	Recommended NC Level NC Curve	Equivalent Sound Level (dBA)
Residences		
Apartment Houses	25-35	35-45
Assembly Halls	25-30	35-40
Churches	30-35	40-45
Courtrooms	30-40	40-50
Factories	40-65	50-75
Private Homes, rural and suburban	20-30	30-38
Private Homes, urban	25-30	34-42
Hotels/Motels		
Individual rooms or suites	25-35	35-45
Meeting or banquet rooms	25-35	35-45
Service and Support Areas	40-45	45-50
Halls, corridors, lobbies	35-40	50-55
Offices		
Conference rooms	25-30	35-40
Private	30-35	40-45
Open-plan areas	35-40	45-50
Business machines/computers	40-45	50-55

- معيار للضوضاء، فلا يجوز أن يزيد عن قيم معينة حسب الفراغ، حتى يتمكن من تحقيق الهدف منه.
- فلو كنت تصمم مثلا مكان سكني أو صحي أو تعليمي، فهناك مستوى متاح لك ومقبول من الضوضاء لاتؤثر على مستعملي الفراغ.

معامل انتقال الصوت SOUND TRANSMISSION CLASS STC



- يعني كفاءة مواد البناء في تقليل انتقال الصوت، المواد التي تختارها في الفراغ والجدران ستمنع هذا الصوت من الانتقال بمقدار هذا العامل، فلو كان هناك صوت بـ90 ديسبل سيجعلها هذا المعيار ينتقل 40 ديسبل.
- كلما كان أعلى كانت المادة تمتص الصوت أكثر وكانت أكثر نجاحا في عزل الضوضاء وكلما كان أقل تكون المادة تعكس الصوت وتسمح بمروره أكثر.
- الجدار بعامل انتقال صوت أقل من 35يعتبر حاجز ضعيف للصوت، والجدار بعامل انتقال للصوت أكثر من 55 يعتبر حاجز مانع للصوت.

حواجز مانعة للصوت.

معامل انتقال الصوت SOUND TRANSMISSION CLASS STC

SOUND TRANSMISSION CLASS		
STC	**Performance**	**Description**
50 - 60	Excellent	Loud sounds heard faintly or not at all
45 - 50	Very Good	Loud speech heard faintly
35 - 40	Good	Loud speech heard by hardly intelligible
30 - 35	Fair	Loud speech understood fairly well
25 - 30	Poor	Normal speech understood easily
20 - 25	Very Poor	Low speech audible

حواجز مانعة للصوت.

SOUND TRANSMISSION CLASS معامل انتقال الصوت STC

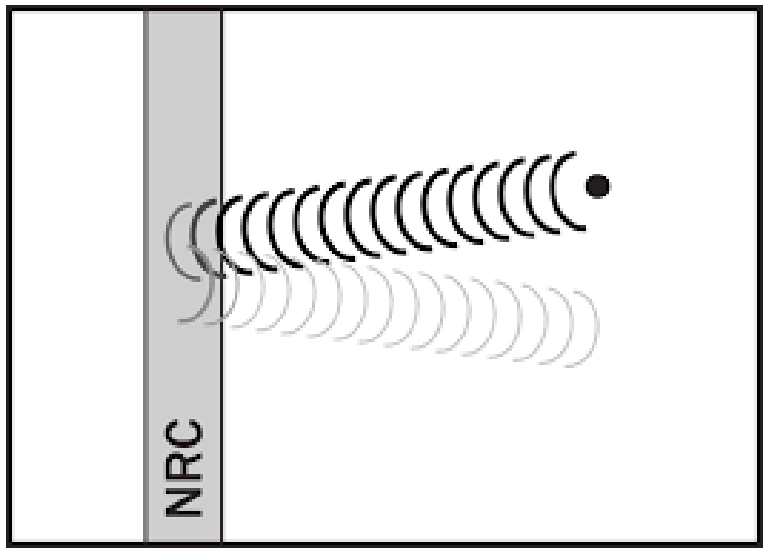
BUILDING SURFACE	STC RATING	SOUNDS LIKE
Single-Pane Window	25	Normal speech is clear
Double-Pane Window	33-35	Loud speech is clear
Indow Insert & Single-Pane Window*	39	Loud speech sounds like a hum
Indow Insert & Double-Pane Window**	42-45	Loud speech/music mostly blocked except for bass
8" slab	45	Loud speech cannot be heard
10" Masonry Wall	50	Loud music barely heard
	65+	"Soundproof"

معامل تقليل الضوضاء NOISE REDUCTION COEFFICIENT NRC

- قيمة تتراوح بين (0-1) تصف أداء المادة في امتصاص الصوت. كلما اقتربت قيمته من 1 كانت المادة تمتص الصوت بشكل أفضل.

Backing condition	Noise reduction rate (NRC)	
	Experimental	D–B model
Rigid backing	0.27	0.32
10 mm	0.33	0.42
20 mm	0.31	0.44
30 mm	0.34	0.46
Rigid backing	0.37	0.42
10 mm	0.41	0.50
20 mm	0.44	0.53
30 mm	0.45	0.56
Rigid backing	0.54	0.51
10 mm	0.51	0.59
20 mm	0.56	0.62
30 mm	0.58	0.67

Noise reduction coefficient NRC / SAA	Effect
0.80 / 1.00	Very high
0.50 / 0.80	High
0.20 / 0.50	Considerable
0.10 / 0.20	Significant
≤ 0.10	Low

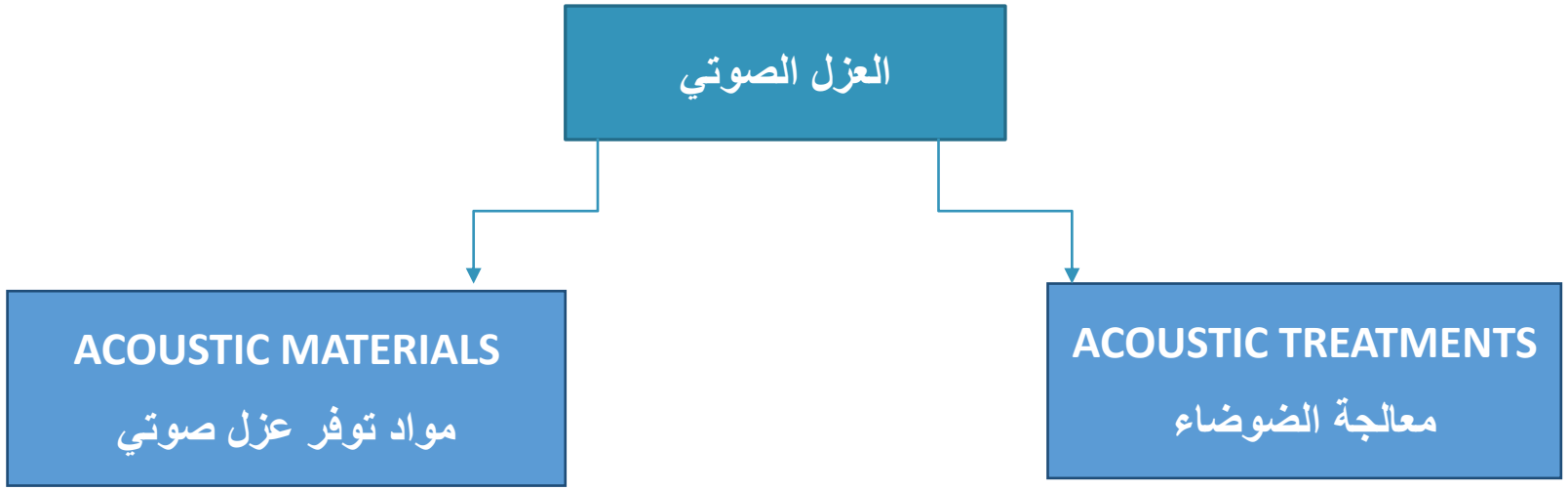


NCR - STC

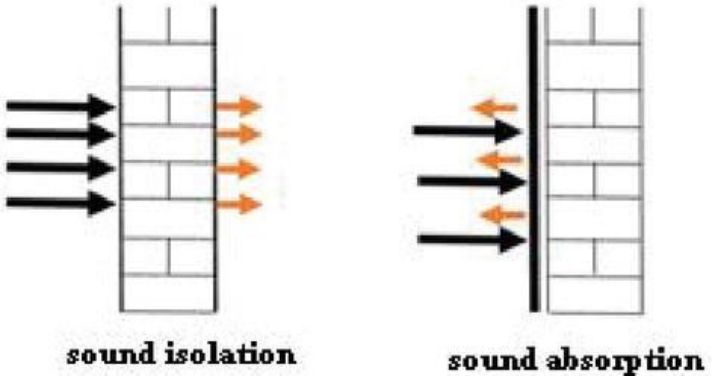
هذان المعياران خاصان بمواد البناء التي المستعملة في الفراغ المعماري

الراحة الصوتية ACOUSTIC COMFORT

يتمثل في توفير عزل صوتي، وتقليل الضوضاء المتداخلة والحفاظ على الرضا بين مستخدمي البناء.



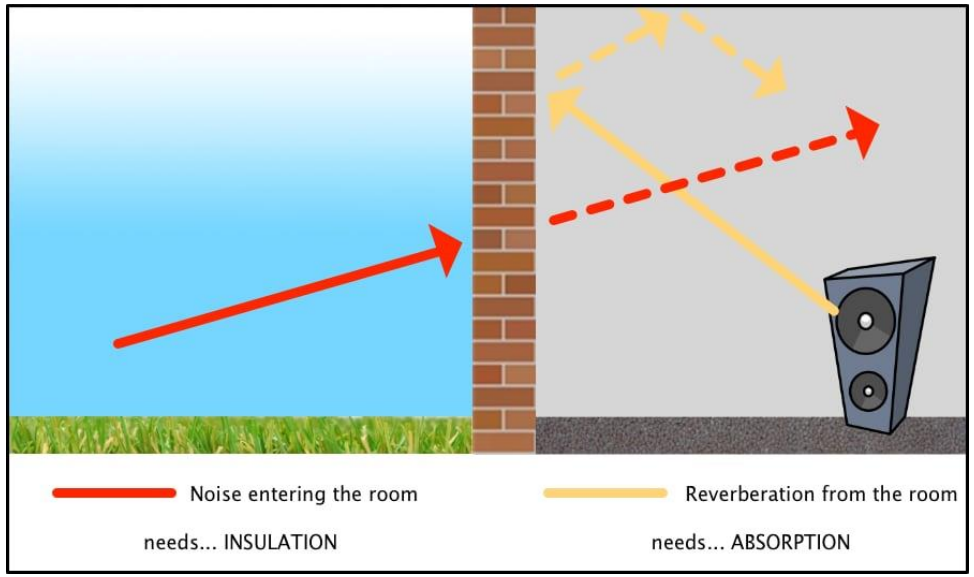
المعالجة تعني أن ندرس سلوك انتقال الصوت وانتشاره ونقرر نوع المواد أوالطبقات أوالتصرفات التي سنستعملها في تخفيف الضوضاء (تركيب ألواح ... إلخ)، ثم نقرر المواد والألواح التي سنستعملها في العزل الصوتي.



مواد العزل الصوتي
ACOUSTIC MATERIALS

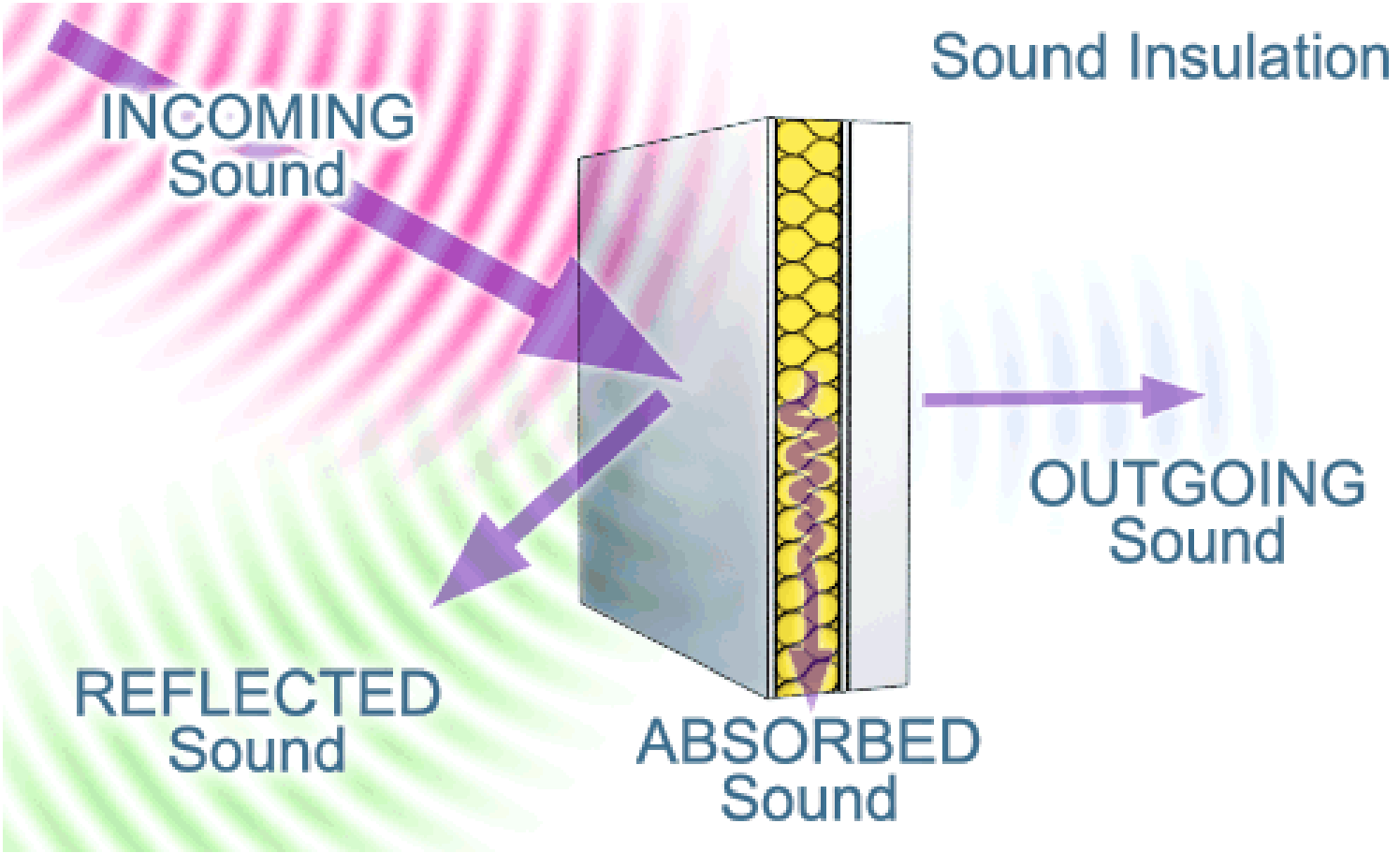
SOUND ABSORPTION
تمتص الصوت

SOUND INSULATION
تعزل الصوت



- الأولى تعزل الصوت، تمنعه من الدخول إلى داخل الفراغات.
- الثانية تقلل الصوت المنعكس، أي تمنع الصوت من الخروج والانتقال والانعكاس داخل الفراغات، فهي مادة تمتص الصوت.

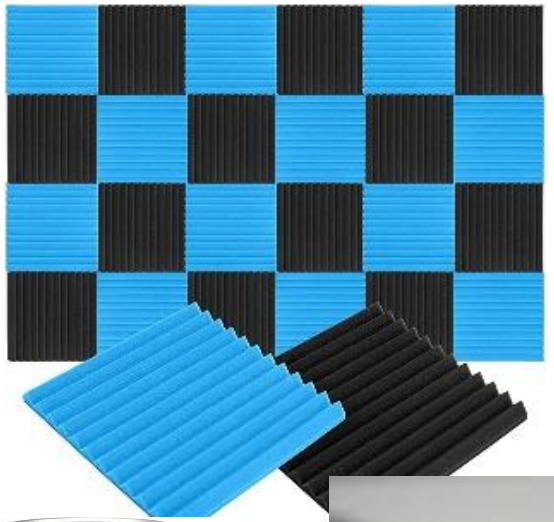
العزل الصوتي SOUND INSULATION

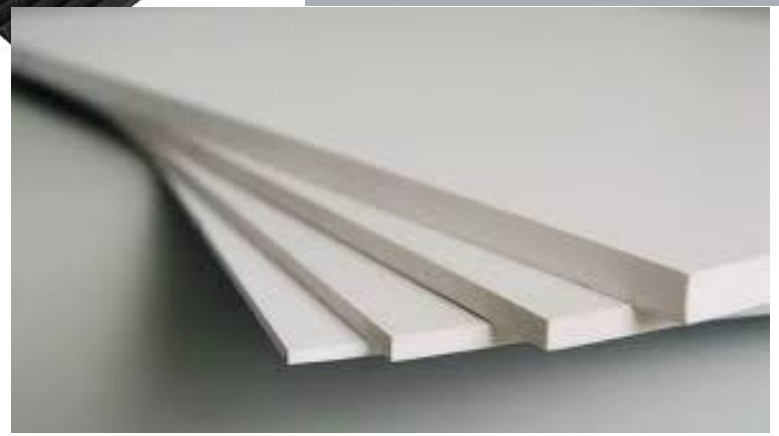


- مجموعة إجراءات ومعايير تهدف إلى توفير عزل صوتي مناسب لمكان ما لتقليل الضوضاء والاصوات المزعجة.

- كلما زادت كثافة المادة زاد عزلها للصوت، وكلما زادت مرونتها المادة زادت كفاءتها في العزل.

العزل الصوتي SOUND INSULATION





أشهر مواد العزل الصوتي:

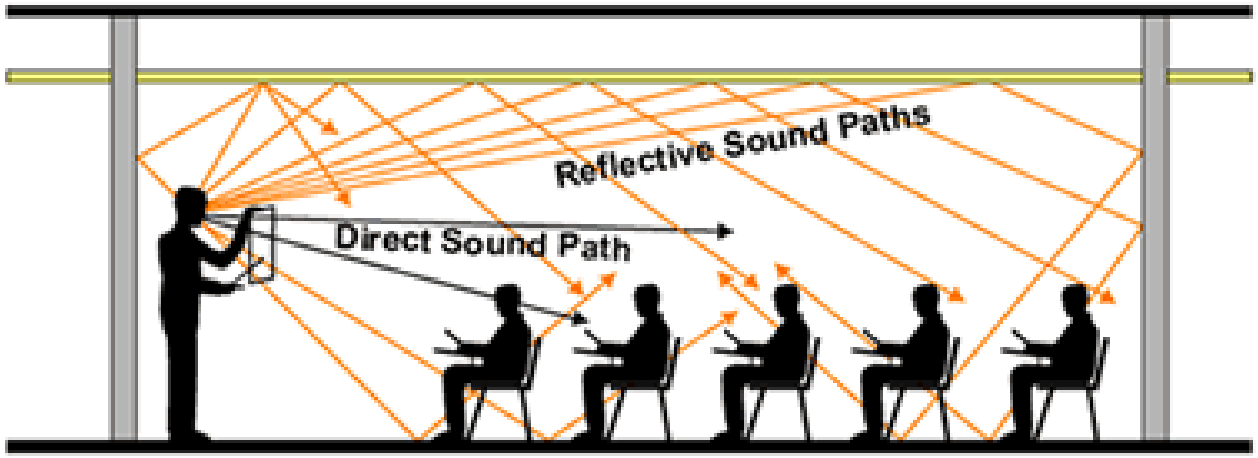
الصوف الزجاجي – الالياف الزجاجية – ألواح رغوة البلاستيك pvc - الواح ألياف معدنية مع اسمنت بورتلاندي اسود – ألواح جبسم بورد- يوجد أنواع طلاء عازلة للصوت دهان شفاف يجعل المادة المدهون بها تعكس أي موجة صوتية تسقط عليه- بعض أنواع ستائر بلاك أوت- بعد أنواع السجاد- بعض أنواع الالواح الخشبية.

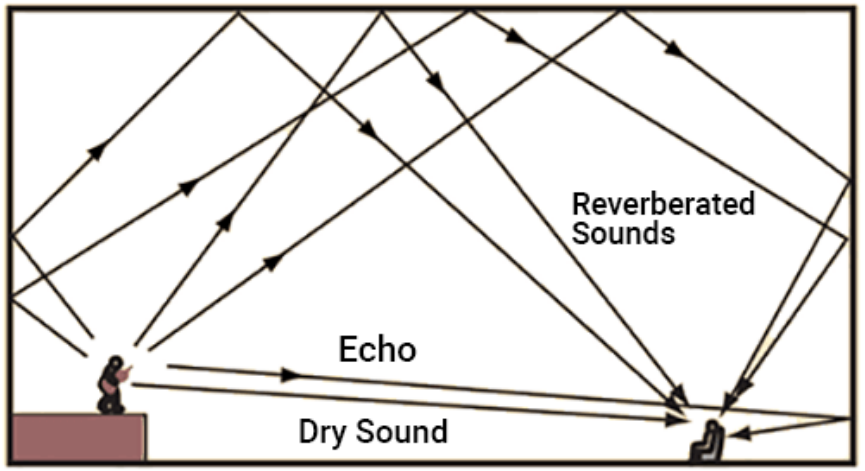
العزل الصوتي SOUND INSULATION

م	المادة	التكلفة	عزل الصوت
1	بلاطات جبسية	توسط	جيد
2	بياض منقب على شبك مغطى بالصوف المعدني	عالي	جيد جدا
3	ألواح رغوية	متوسط	جيد
4	ألياف خشبية	منخفض	جيد
5	ألياف معدنية	متوسط	جيد
6	ألياف زجاجية	منخفض	جيد
7	ألواح البياض معزولة بالصوف المعدني	منخفض	جيد

تردد الصوت REVERBRATION

هو تردد الصوت المباشر بين سطحين متوازيين حتى يتلاشى ويكون ذلك بسبب الانعكاسات التي لا تزال تتردد في المكان المغلق ويستمر تلاشي الصوت تدريجيا. والزمن اللازم لخفض الصوت حتى 60 ديسبل يسمى زمن التردد ثم يتلاشى ويختفي.





ترددالصوت REVERBRATION

هناك قواعد تتعلق بزمن التردد في الفراغات المغلقة وضعها مؤسس علم الصوتيات الحديثة **سابين**:

زمن التردد لغرفة معينة ثابت **لا يتغير** بالنسبة **لموقع مصدر** الصوت ولا يتغير بالنسبة **للسامع** ولا يتأثر **بشكل الغرفة** . ما يؤثر على زمن التردد هو **كمية المواد الماصة وحجم الغرفة** فقط.

الصدى يكون انعكاس للصوت مرة واحدة، تردد الصوت مجموعة كبيرة من الانعكاسات فتسمع الصوت لأكثر من مرة.

فالصدى انعكاس واحد لموجة صوتية من سطح عاكس، بينما الارتداد هو انعكاس للموجات الصوتية الناتجة عن تراكب هذه الأصداء.

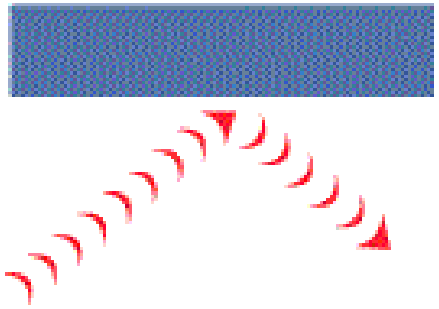
تردد الصوت REVERBRATION

الإحساس بالصوت في الأذن البشرية يستمر 0.1 ثانية ولذلك عند وصول الصدى للأذن قبل مضي 0.1 ثانية فإنه يمتزج بالصوت الأصلي وبالتالي لا يمكن تميزه ولكن إذا وصل بعد مضي 0.1 ثانية فإن الصدى يسمع ولذلك فإن اقل مسافة يحدث عندها صدى لسطح عاكس هي مسافة 17 متر.

زمن التردد (ثانية)	الحالة السمعية
أقل من ١,٠	مثالي للفضاء الكلامي
١,٠ – ١,٥	جيد للفضاء الكلامي ، مناسب للفضاء الموسيقي
١,٥ – ٢,٠	مناسب للفضاء الكلامي ، جيد للفضاء الموسيقي
اعلى من ٢,٠	رديء للفضاء الكلامي ، جيد للموسيقى السيمفونية

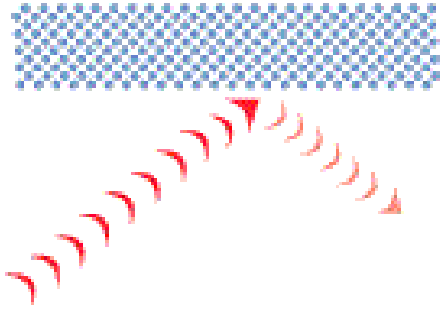
ويوجد طرق لحسابه سنتطرق لها في الدروس القادمة.

Reflection



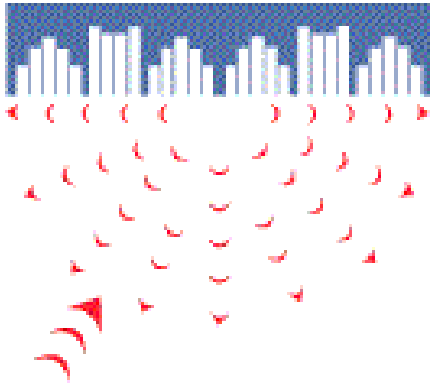
There are many types of room reflection: all affect the sound of your system. A reflection off a nearby hard surface may be almost as loud as the original sound!

Absorption



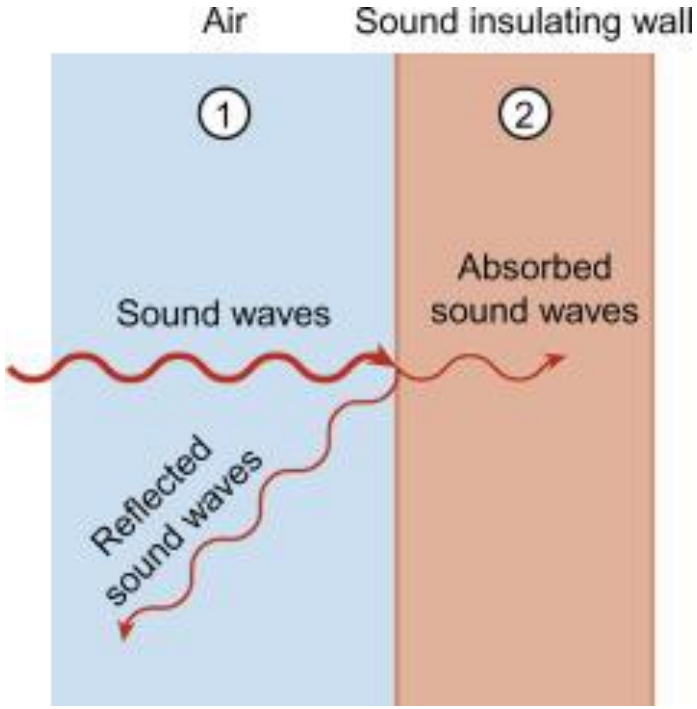
The most common way of controlling unwanted reflections is through the use of sound-absorbing foam or fiberglass.

Diffusion



A diffusive surface doesn't directly reflect or absorb sound, but scatters it in many directions. Recent diffusor designs use irregular surfaces based on mathematical number theory.

امتصاص الصوت SOUND ABSORPTION



يعمل على تحويل طاقة الصوت بشكل تلقائي إلى كمية صغيرة جدا، بدلا من نقل الصوت أو تمريره. وللمواد الماصة للصوت أنواع متعددة لها تفصيل.

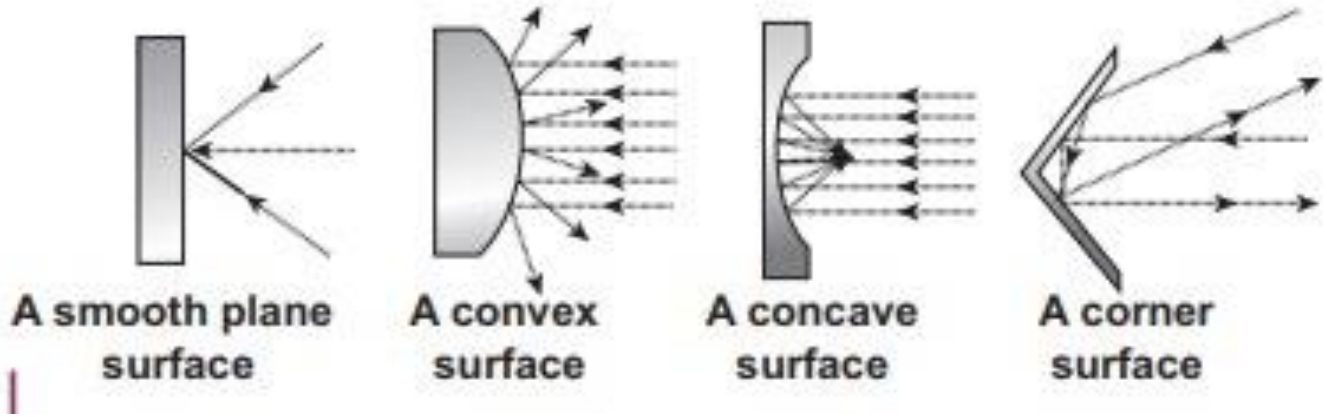
جميع المواد تمتص الصوت بدرجات، لكن أشد المواد امتصاصا للصوت هي المواد الخشنة والمسامية.

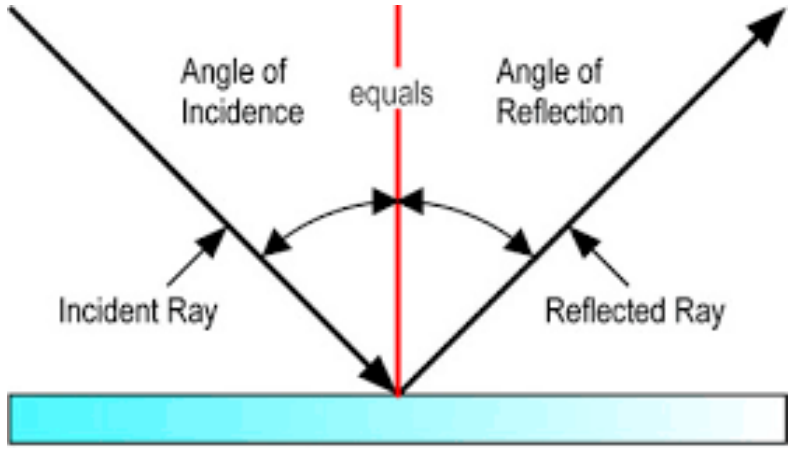
تقاس قدرة المادة على الامتصاص بمعامل الامتصاص والذي يمثل النسبة بين الطاقة الممتصة والطاقة الساقطة وعاة ما يتراوح بين 0.02 و 0.05 .

الصوف الزجاجي، الألياف المعدنية، السجاد، الرقائق المطاطية والفلينية، الالواح الخشبية، جبسم بورد.

الانعكاس REFLECTION

ارتـــداد الموجـــات الصـــوتية نتيجـــة لاصـطدامها بسـطح عـاكس تحـت زاويـة معينـــة طبقـــا لقـــانون الانعكـــاس. عنـدما تكـون زاويـة السـقوط عموديـة علـى السـطح العـاكس، ترتـد الموجـة علـى نفسـها (تتساوى زاوية السقوط وزاوية الانعكاس) فينـتج الصـدى، الـذي هـو تكـرار سـمع الصـوت الناشـئ عـن انعكـاس الصـوت الأصلي.

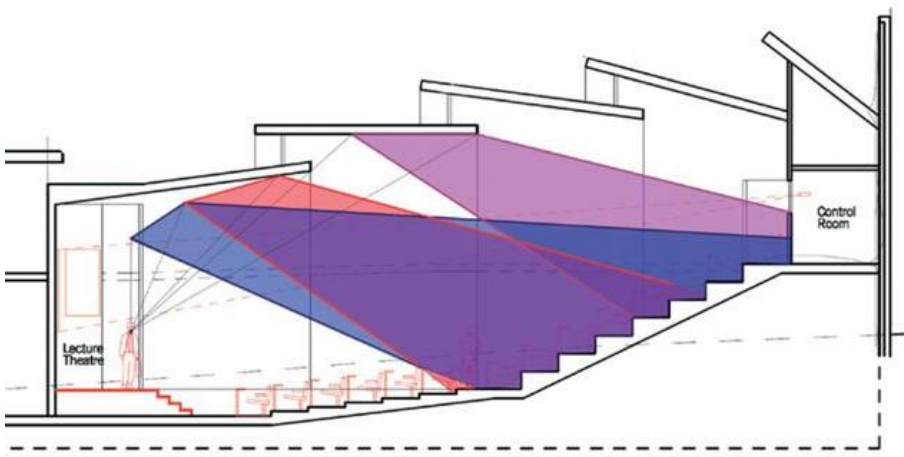


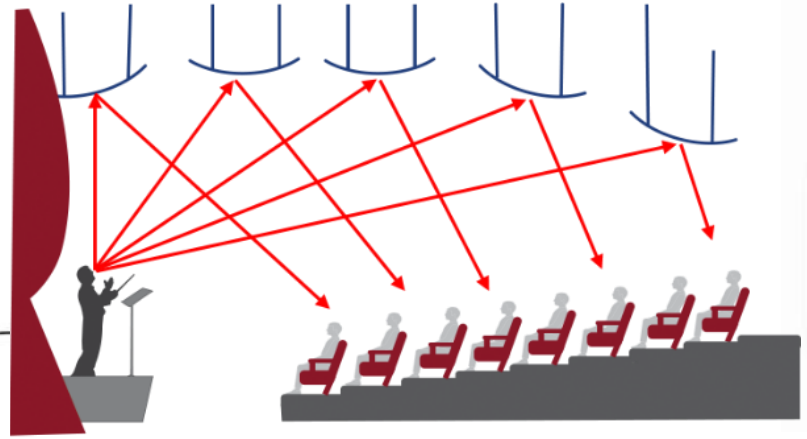


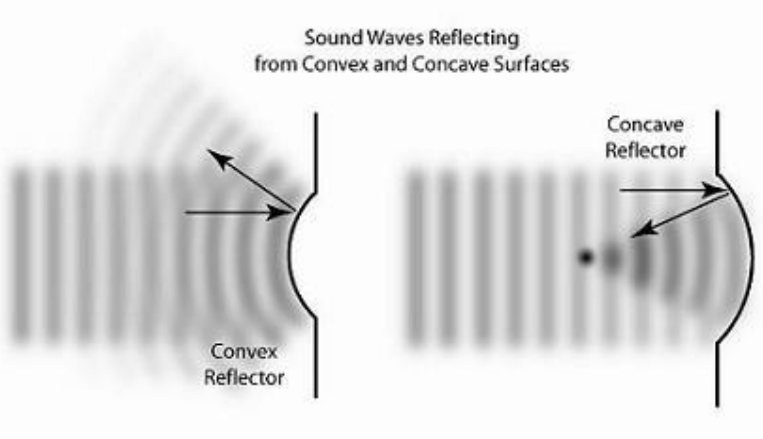
الانعكاس REFLECTION

العوامل المؤثرة على الانعكاس:

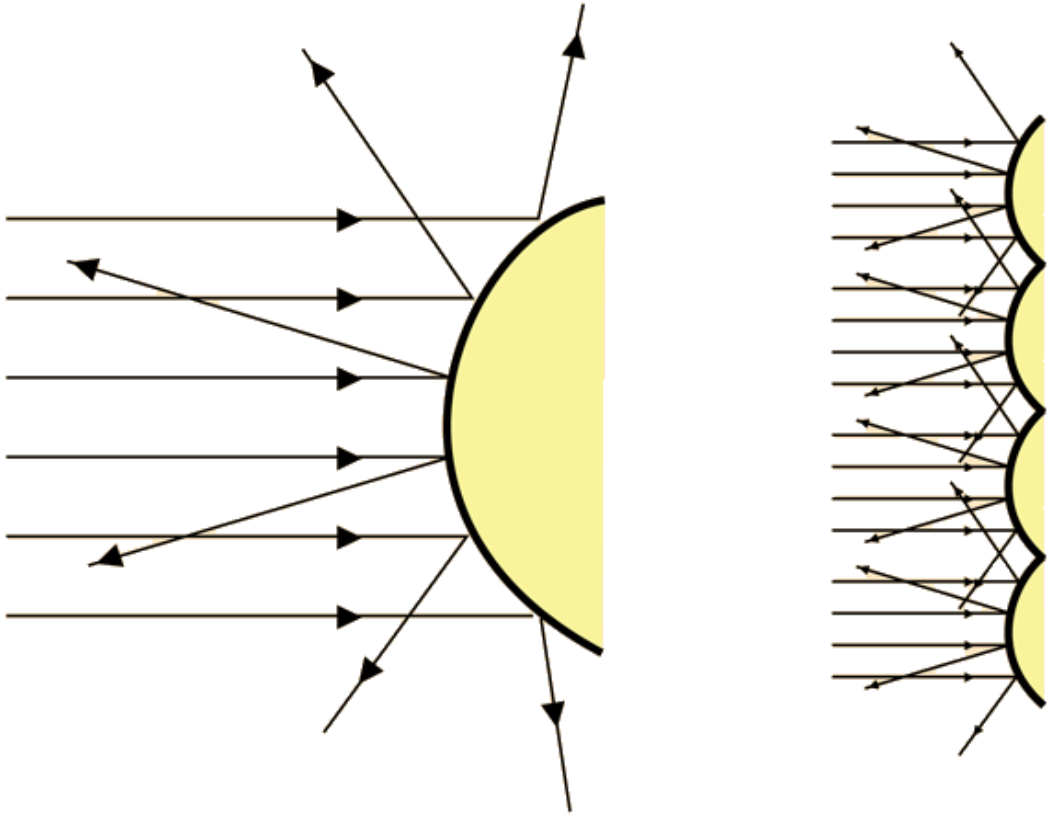
- شكل السطح العاكس: فالسطح المحدب يعكس الصوت في جميع الاتجاهات، أما السطح المقعر يركز الصوت في مكان واحد.
- مساحة السطح العاكس.
- ملمس السطح العاكس، إذا كان مصقول ومتماسك ومصمت كان أكثر عكسا للموجات الصوتية.







تشتت الصوت DIFFUSION



يعتبر الصوت في حالة تشتت عندما يسقط على أسطح ذات تعرجات بأبعاد أصغر من طول الموجه الصوتية.

فهو تشتت الطاقة الصوتية.

تشتت الصوت DIFFUSION

عندما يرتد الصوت عن الأسطح المستوية الصلبة، تظل الطاقة سليمة جدًا مما ينتج عنه أصداء منفصلة تؤثر على وضوح الصوت. لذلك نلجأ في العادة إلى تركيب ألواح مشتتة للصوت تضعف طاقة الصوت المنعكس عن الأصداء للمحافظة على وضوح الصوت وتحسين وصول الكلام.

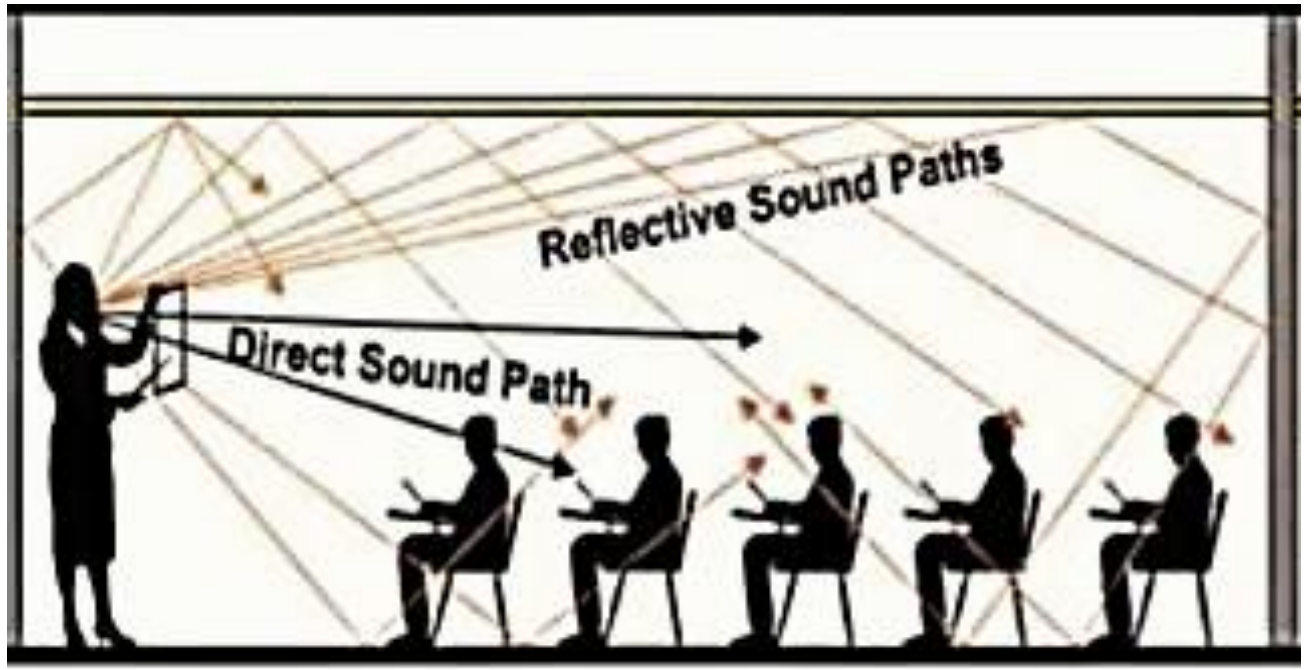
وله برامج وتطبيقات خاصة لحسابه. نتطرق لها في دروس قادمة

الأساليب المعمارية للتحكم في مستوى الصوت داخل الفراغات

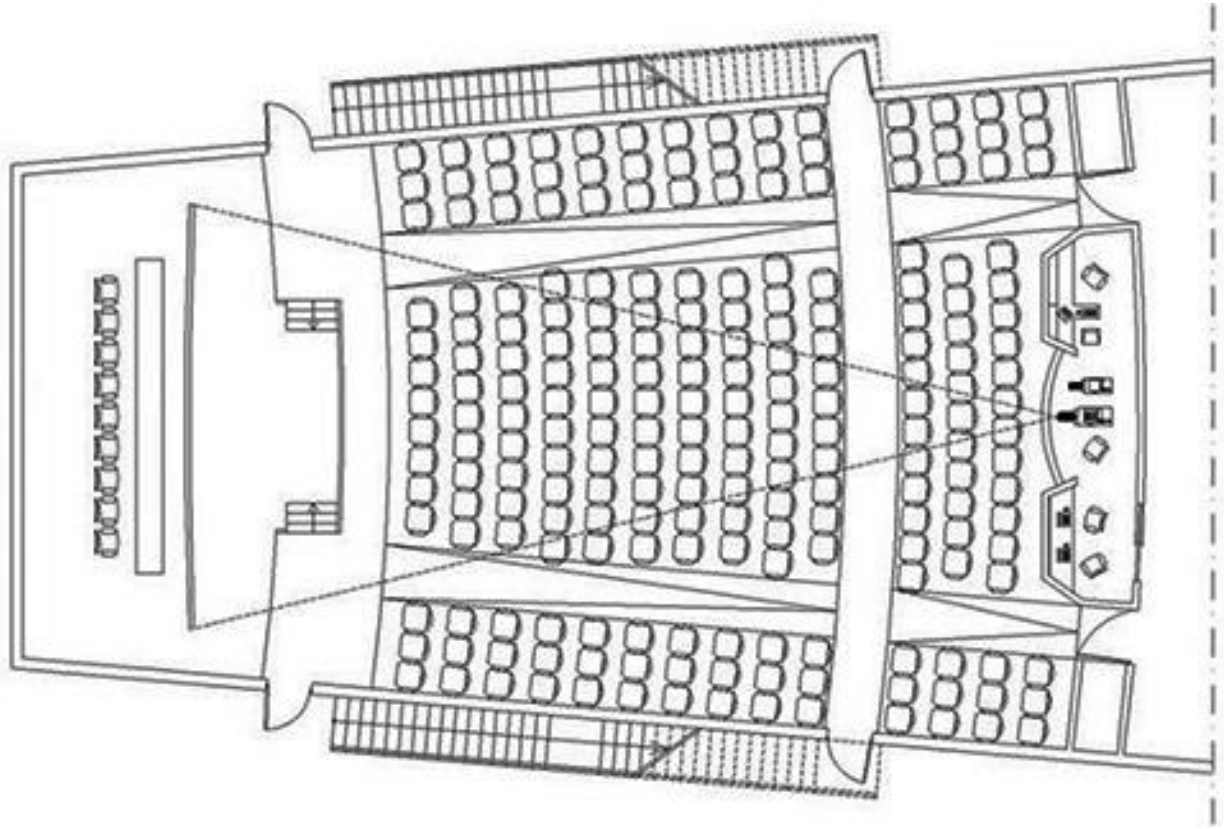
- أساليب تخطيطية تتمثل في التحكم في مكان مصدر الضوضاء بالنسبة للبناء.
- أساليب تصميمية لأشكال الفراغات الداخلية والخارجية.
- أساليب تنفيذية تتمثل في اختيار مواد بناء واكساء وتشطيبات ماصة للصوت وعاكسة له ومواد عزل صوتي حسب وظيفة الفراغ.

أنواع الصوت في قاعات الاستماع

- صوت مباشر: يصل من مصدر الصوت.
- صوت منتشر: يصل من اتجاهات مختلفة نتيجة انعكاسه عن مصدر الصوت الأصلي.

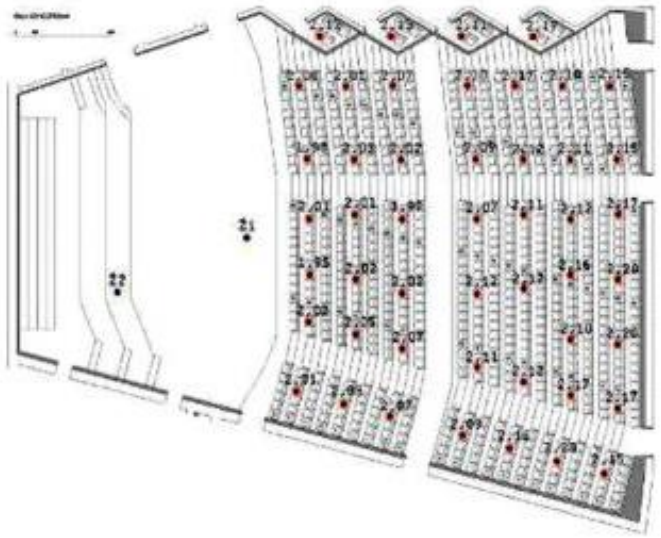


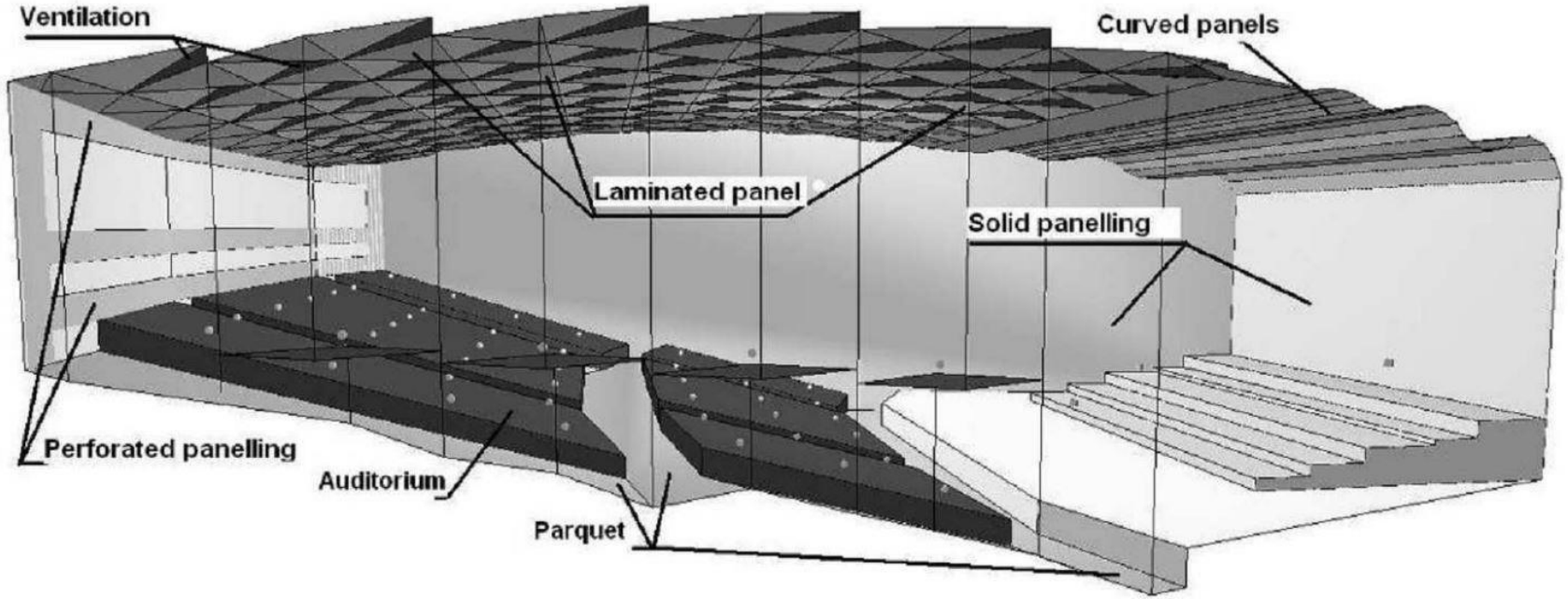
كيف أعرف أن تصميم الصوت ناجح لقاعة استماع محاضرات؟



- وضوح الصوت في القاعة.
- حفظ طبيعة صوت المتكلم.
- الخلو من الضوضاء سواء الصادر إلى خارج القاعة أو الداخل لها.

مثال تصميم صوتي لقاعة صوتية





Rzeszów Philharmonic Concert Hall - poland

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

القسم الثاني

الإضاءة في العمارة

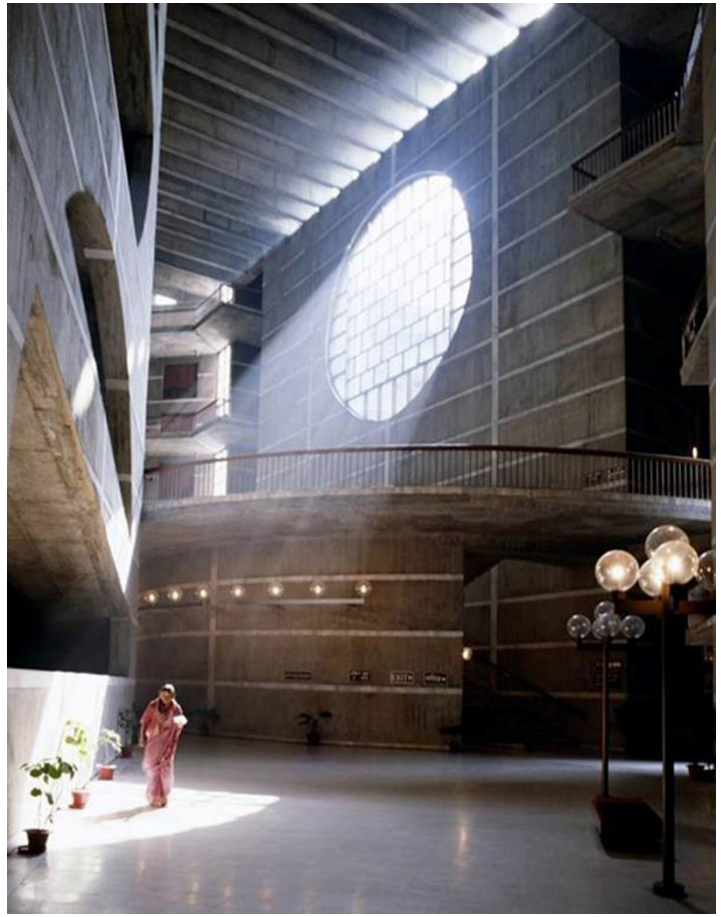
ARCHITECTURAL LIGHTING

الأكاديمية العربية الدولية – منصة أعد

محاور المحاضرة

- مقدمة
- ماهي الإضاءة في العمارة
- كيف نستفيد من الإضاءة لخلق تصميم مميز
- الضوء
- الإضاءة الطبيعية
- الإضاءة الصناعية
- الإضاءة الخارجية

مقدمة



- للإضاءة تأثير على طريقة شعورنا تجاه الأشياء المحسوسة، ففي وجود ضوء كاف ومناسب نشعر براحة أكبر.
- يلعب الضوء دورا هاما في تكوين البيئة المحيطة التي نريدها وهو عنصر رئيسي يعطي الفراغ مظهرا تنسجم فيه الوظيفة والجمال.
- الإضاءة من أهم ميزات التصميم لأنها تعزز الجاذبية الجمالية للفراغ مما يؤثر على حجم الغرفة المدرك وأيضًا على الأجواء والمزاج وكيفية استخدام المساحة.
- يمكن تحسين أضيق المساحات، وإخفاء عيوب التصميم من خلال خطة إضاءة مدروسة.
- والإضاءة عنصر مهم لتزيين الفراغ.

ماهي الإضاءة في العمارة؟

هو فرع تتداخل فيه العمارة والتصميم الداخلي والهندسة الكهربائية المعنية بتصميم أنظمة الإضاءة للفراغ، تشمل الإضاءة الداخلية والخارجية للفراغات المعمارية والأبنية والحدائق والميادين، مع ما يتضمن ذلك من حسابات الإضاءة الطبيعية، والإضاءة الصناعية، وشدة الإضاءة المطلوبة ونوع عناصر الإضاءة وحجمها ولونها وصفاتها، بهدف تحقيق منفعة وظيفية وجمالية .

كيف نستفيد من عناصر الإضاءة لخلق تصميم متميز؟

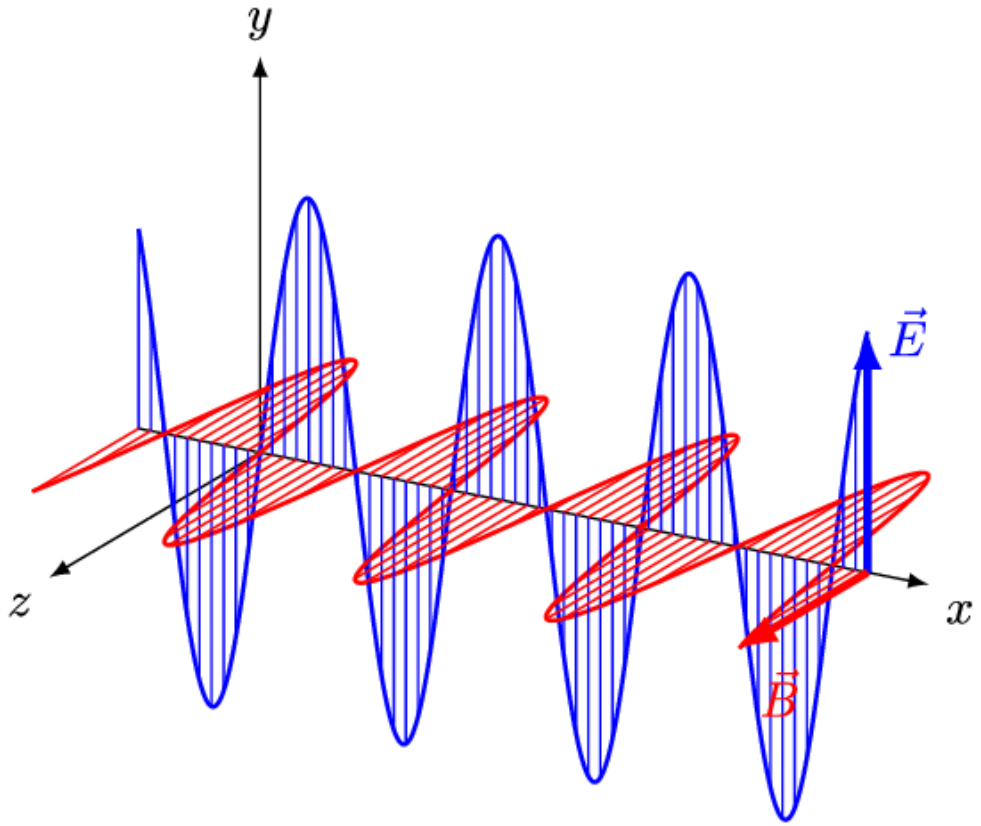
في عملية **تصميم الإضاءة** لفراغ ما يراعى الأمور التالية:

- تصميم الإضاءة بما يتلائم مع وظيفة الفراغ وكمية الإضاءة المطلوبة فيه.
- لون الضوء، الذي يؤثر على الفراغ ككل.
- توزيع الإضاءة بشكل يناسب الفراغ المراد إضاءته في الداخل أو الخارج.
- المزج بين درجات الألوان المستخدمة في الفراغ والإضاءة الملائمة بحيث تتمكن من خلق إحساس بالفراغ أو الكتلة والمحافظة على مساحة المكان وتوضيحه بالشكل الأمثل.

كيف نستفيد من عناصر الإضاءة لخلق تصميم متميز؟

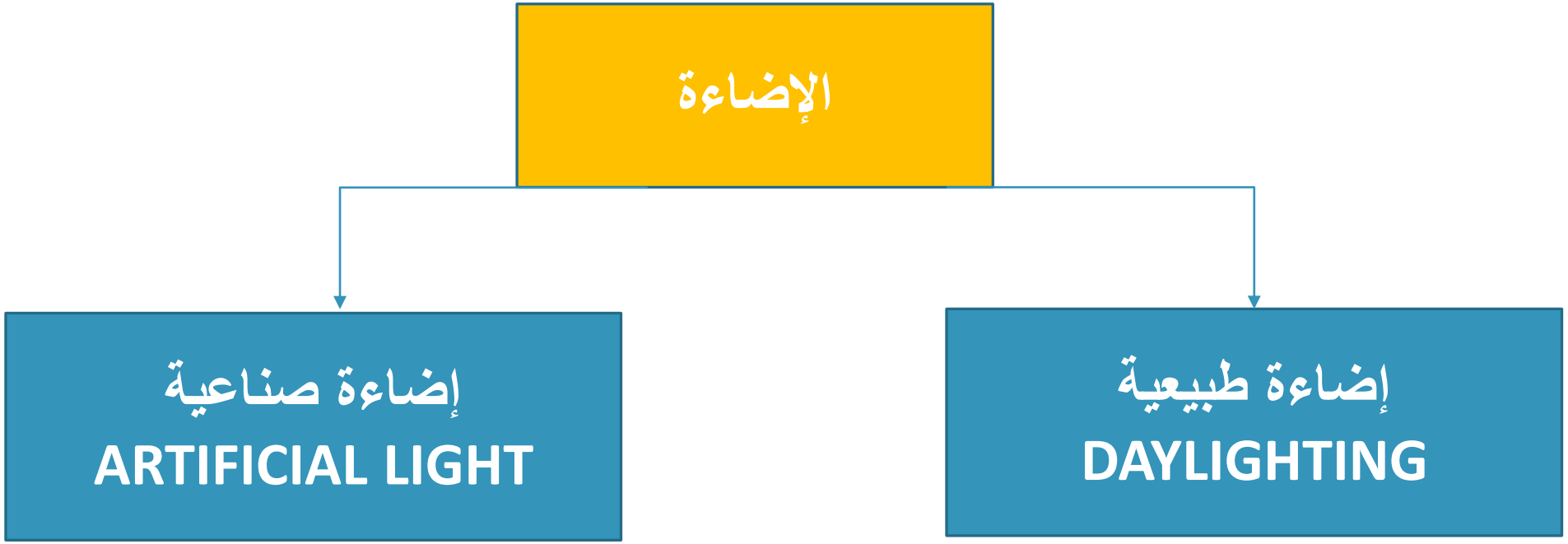
- يجب مراعاة حجم الفراغ، إذ بناء عليه تتنوع مصادر الإضاءة وحسن اختيار مناطق توزيعها (إذا كانت مساحة ضيقة نعمل على جعلها تبدو أوسع).
- الأخذ بعين الاعتبار الأثاث الموجود.
- مواكبة عناصر الإضاءة الحديثة وإدخالها في التصميم واستغلالها أفضل استغلال مثل عناصر الإضاءة غير المباشرة LED

ما هو الضوء؟

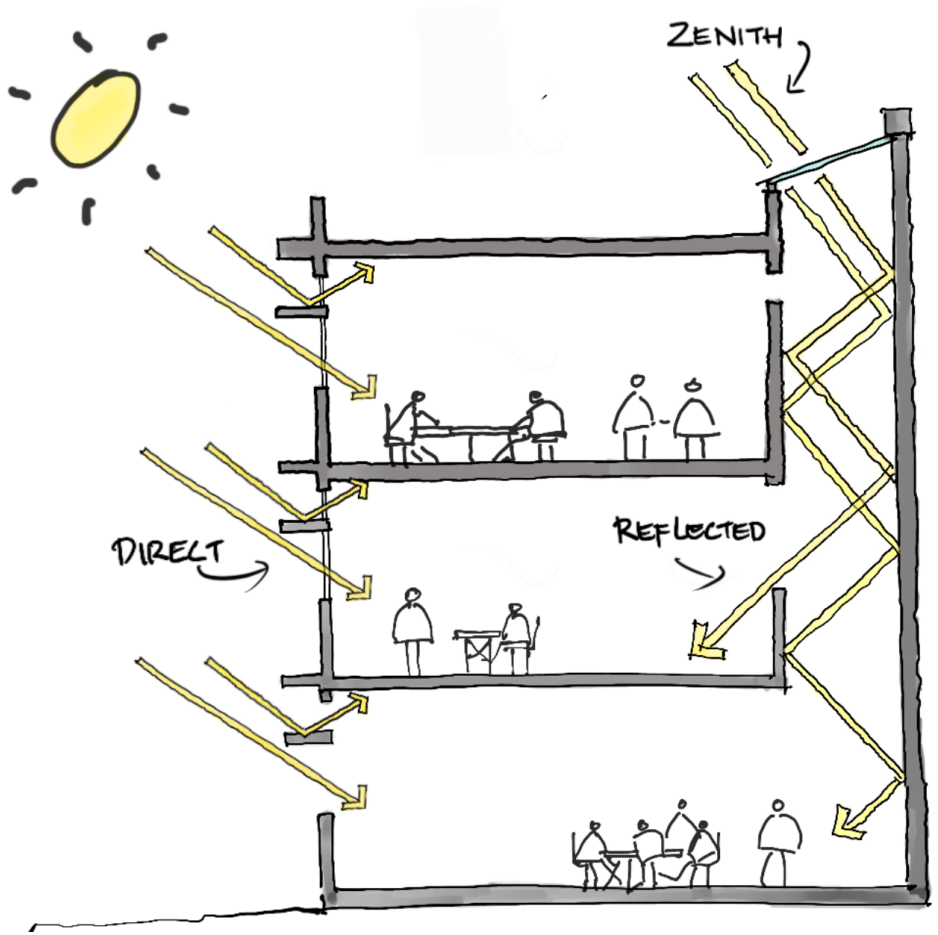


هو إشعاع كهرومغناطيسي مرئي للعين البشرية. يتراوح الطول الموجي للضوء ما بين 400 نانومتر إلى 700 نانومتر - بين الأشعة تحت الحمراء (الموجات الأطول)، والأشعة فوق البنفسجية (الموجات الأقصر).

أنواع الإضاءة

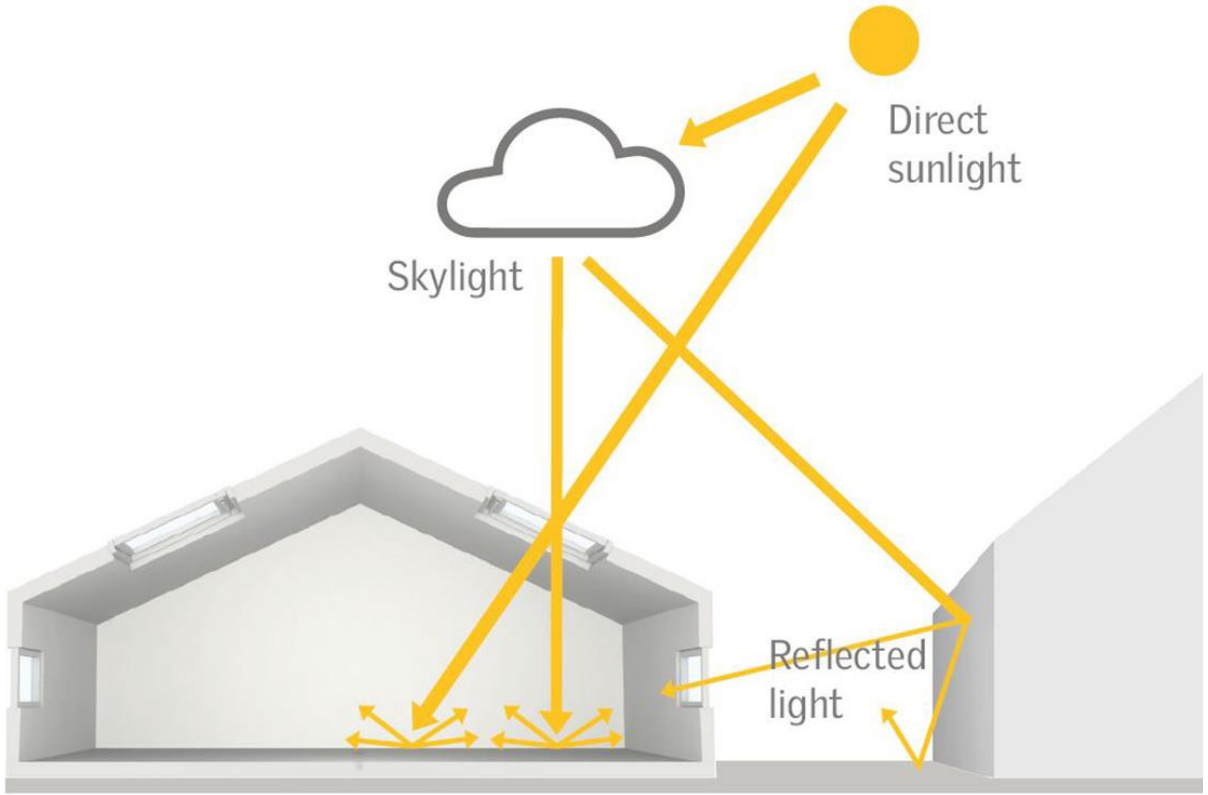


الإضاءة الطبيعية DAYLIGHTING



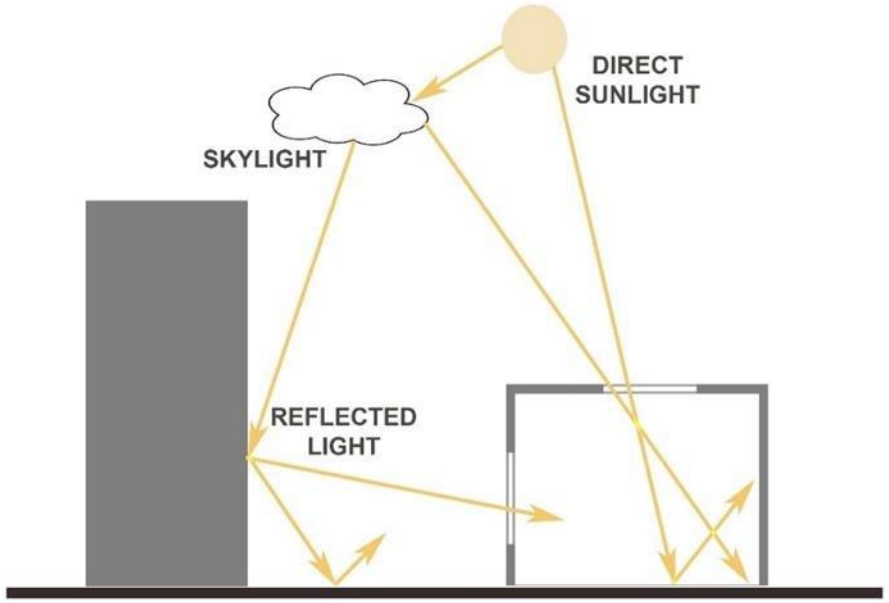
- هدف استراتيجي تعتمد عليه العمارة الحديثة للوصول إلى عمارة مستدامة وخضراء وتكون ملائمة لمدن المستقبل.
- تعطي الساكنين الإحساس بالوقت والطقس، وتضفي ديناميكية مستمرة على إضاءة المبنى على مدار العام.
- الإضاءة الطبيعية تساعد على تخفيف الجهد والضغط النفسي، كما تساعد على التركيز في النهار والاسترخاء في الليل، وتزيد من كفاءة الإنسان وإنجازه في العمل.

الإضاءة الطبيعية DAYLIGHTING



- الفائدة الاقتصادية الكبرى، هي قدرتها على تزويد المبنى بالإضاءة بدلاً من المصابيح الكهربائية، وحينئذ سيقل استخدام تلك المصابيح، ويطول عمرها، وتقل صيانتها، والحرارة الناتجة عنها، وبذلك تقل الأحمال الحرارية المفروض إزالتها عن طريق أجهزة التكييف، ما يعني وفرة أكبر في الاستهلاك الكهربائي.

الإضاءة الطبيعية DAYLIGHTING



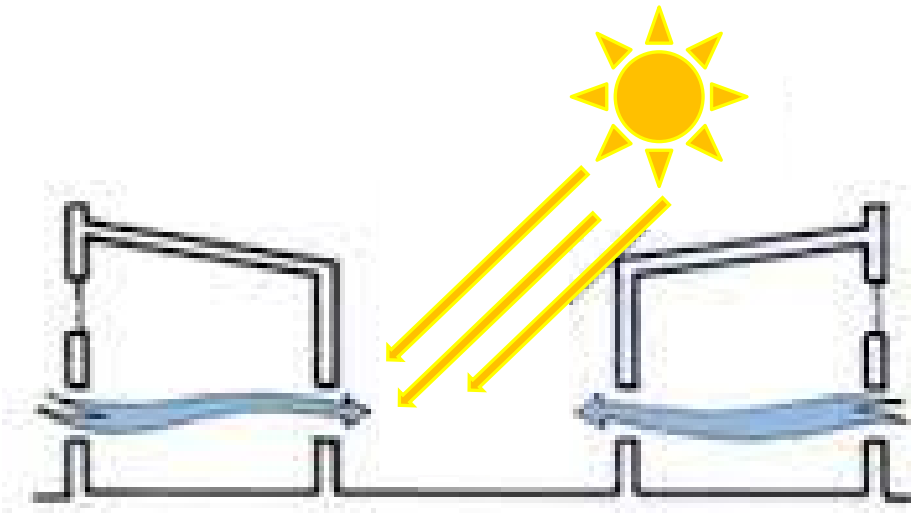
- يمكن للمعماري إدخال الإنارة الطبيعية من خلال ثلاث طر رئيسية:

1. الإضاءة الجانبية عن طريق نوافذ الجدران.
2. الإضاءة العلوية عن طريق نوافذ السقوف أو المناور.
3. الإضاءة الواردة من الفناء المركزي.

- اختيار أي من الطرق المذكورة يجب أن يكون مرتبطاً بوظيفة المبنى والبيئة المحيطة به والمناخ السائد في هذه المنطقة.

الإضاءة الطبيعية DAYLIGHTING

- فالإضاءة العلوية مثلاً مناسبة أكثر للمباني التجارية والمتاحف والمكتبات، وبصورة عامة في المباني التي لا تتطلب منظراً خارجياً.
- أما الإضاءة الجانبية فهي مناسبة في المكاتب والمنازل والمباني التي تحتاج إلى المنظر الخارجي وتكون عادة ملائمة للمناطق ذات المناخ المعتدل.



- أما إضاءة الفناء المركزي فهي مناسبة في المناطق المشمسة والحارة حيث تدخل هذه الإضاءة المبنى بطريقة غير مباشرة وأقل شدة.

الإضاءة الطبيعية الناجحة

- إذا زادت الإضاءة عن المطلوب كانت النتيجة حرارة زائدة ووهجاً ضوئياً Discomfort Glare، وإذا قلت عن المطلوب تزداد الحاجة إلى الإضاءة الكهربائية.
- أيضا، شدة الإضاءة الطبيعية تتغير بتغير حركة الشمس وتجمع الغيوم وعوامل أخرى داخل المبنى، كلون الجدران وقطع الأثاث، ما يجعل حسابات الإضاءة الطبيعية أمرا معقدا.

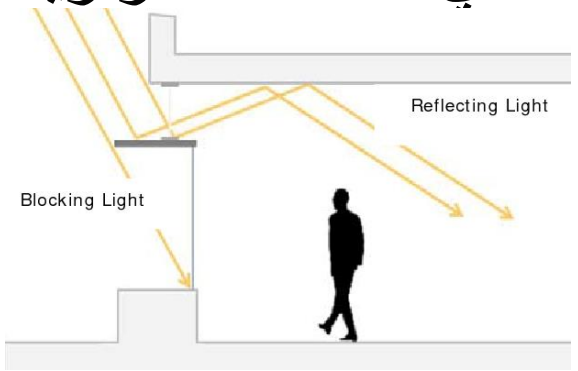
الإضاءة الطبيعية DAYLIGHTING

- نعتمد في تصميم الإضاءة الطبيعية على مناخ موقع المبنى، فإذا كان مناخ المنطقة غائم كما هو في مناطق أوروبا الشمالية فإن إضاءة الشمس لا يمكن الاعتماد عليها لضعفها، ويكون الحل الأمثل بإضافة الإضاءة الواردة من أوج السماء، حيث تتركز شدة الإضاءة.

وبذلك يجب أن يكون تصميم النوافذ والمساحات الزجاجية العليا باتجاه السماء لكي تسمح للإضاءة بالدخول بصورة أكبر.

الإضاءة الطبيعية DAYLIGHTING

أما المناطق المشمسة مثل مدن الوطن العربي، فإن تصميم الإضاءة الطبيعية يتمحور حول تفادي أشعة الشمس المباشرة، وإدخال أشعة الشمس بصورة غير مباشرة عن طريق المظلات وكاسرات الشمس LOUVERS أو الرفوف الشمسية Light Shelves،وتقليل المساحات الزجاجية الكبيرة لتفادي الأحمال الحرارية الزائدة والوهج الضوئي.



الإضاءة الصناعية ARTIFICIAL LIGHT

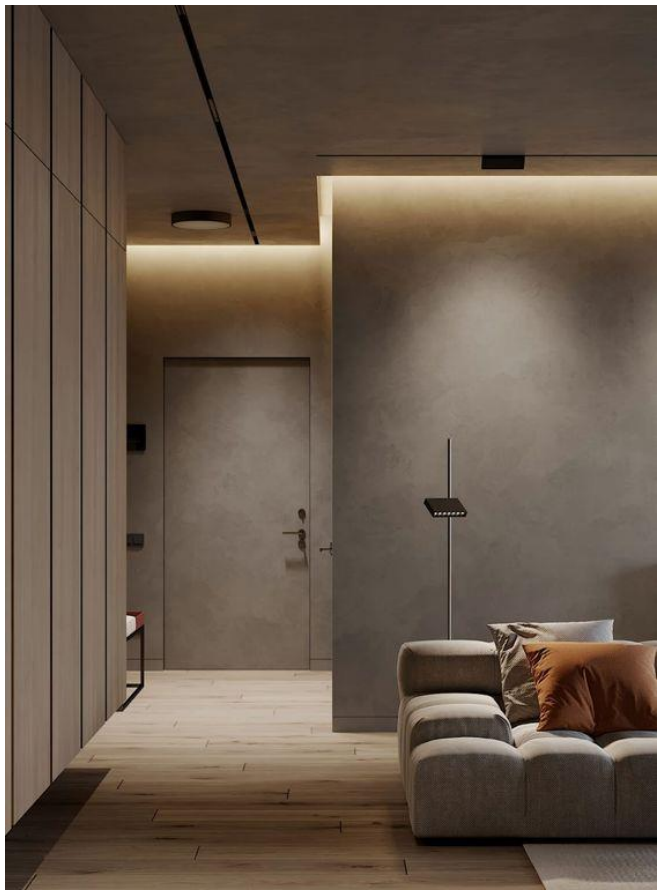
- تأتي من أي مصدر إضاءة عدا الشمس.
- يخلق الضوء الاصطناعي تحفيزا بصريا، لذلك نستخدم الضوء الاصطناعي لإبراز ميزات الفراغ وإخفاء عيوبه.
- يمكن للإضاءة الصناعية أن تخلق أجواء مختلفة ومتنوعة كالأجواء الاحتفالية، أو الهادئة أو حميمية أو إضاءة تبعث على الاسترخاء أو باعثة على العمل.
- يمكن للإضاءة الصناعية أن تغير شكل الغرفة وحجمها ووظيفتها، فإذا كان الفراغ صغيرا فإن وجود إضاءة إضافية تنعكس على الجدران ستعمل على إظهار الغرفة باتساع أكبر مما هي عليه.

أساليب الإضاءة الصناعية

الإضاءة العامة GENERAL LIGHTING

- تستخدم لإنارة الفضاء الداخلي بالكامل وبالتساوي دون التركيز على بعض الأركان أو الجوانب، وتتنوع أشكالها، قد تكون موزعة وساطعة، أو رقيقة وناعمة تتدلى من السقف على شكل ثريا.

أساليب الإضاءة الصناعية



الإضاءة الهادئة Ambient lighting

- تضفي على الجو الداخلي العام نوع من الهدوء والراحة لما له من ميزة الانتشار الناعم Soft Light.
- هو ضوء غير مباشر، أي أن الضوء المرئي هو الضوء المنعكس من مصدر الضوء المخفي.
- مثل الاضاءة المخفية وراء سقف مستعار أو وراء ديكور في الحائط، ويصل للرائي الضوء المنعكس من السقف أو الحائط .

أساليب الإضاءة الصناعية

الإضاءة المركزة Focus Lighting

- حزمة ضوئية مجمعة ومتوازية وتستخدم للتركيز على عنصر واحد.
- هدفه إبراز (عمل فني، منحوتة، نبتة ..)، يثبت فوق العمل مباشرة على الحائط أو بالسقف ومسلط تجاهه.
- نظرا لسقوط حزمة ضوئية مكونةً بقعة مضيئة على العنصر المراد إبرازه فإن المساحات المجاورة له تكون ضمن مناطق الظلال والتي تساعد في التركيز على هذا العنصر دون غيره.

أساليب الإضاءة الصناعية

الإضاءة التزينية Decorative Lighting

- نقاط ضوئية تضفي على الجو الداخلي جو تزيني ينعكس على المسطحات والحجوم الداخلية في صورة جميلة.
- مصدر الضوء لتلك الإضاءة صغير وشدة استضاءته ضعيفة لذا لايمكن الاعتماد عليه للرؤية منفردا، ووجب مساعدته بنوع آخر من الإضاءة، فالتأثير لهذا النوع من الإضاءة هو تأثير جمالي فقط.

أساليب الإضاءة الصناعية

إضاءة وظيفية Task Lighting

- إضاءة ضرورية للوظائف المختلفة التي تتطلب رؤية واضحة.
- الضوء يسلط مباشرة على مساحة وظيفية معينة بشدة استضاءة مناسبة للعمل، ولا تقف وظيفة العمل هنا على القراءة وما شابه ولكن عند كل عمل يقام على مسطح معلوم.
- غالبا يدمج بين عدة أساليب في الفراغ الواحد.

شروط الإضاءة الجيدة

شدة إضاءة كافية

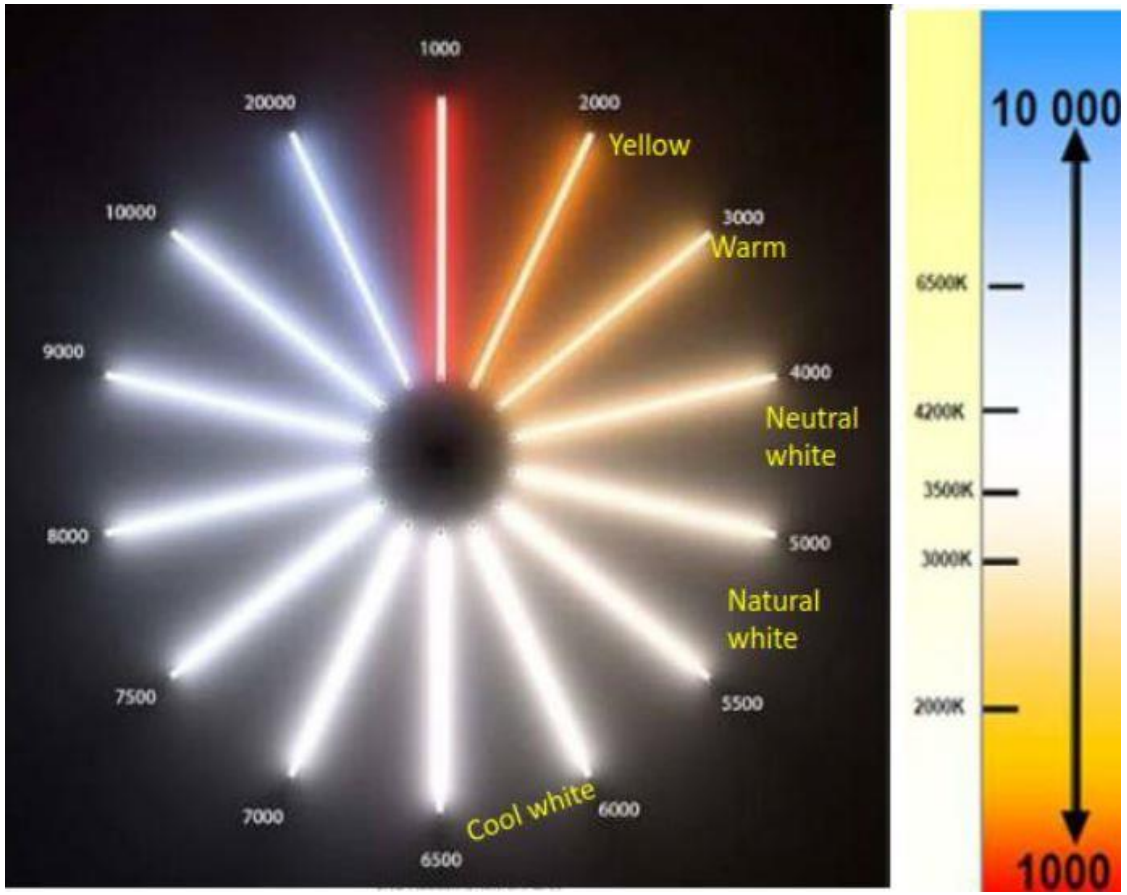
- بحيث تسمح بالرؤية بوضوح دون إجهاد للعين.

شروط الإضاءة الجيدة

تجانس الإضاءة Uniformity

- يقصد بتجانس الإضاءة في مكان ما هو تساوي قيم شدة الإضاءة في جميع مناطق وأجزاء هذا المكان.
- إذا لم يكن هناك تجانس تكون شدة الإضاءة غير متقاربة وبالتالي يظهر التباين في المكان.
- للحصول قيمة مناسبة للتجانس يراعى اختيار وحدات إضاءة ذات عاكس Diffuser جيد.
- وتوزيع مناسب لوحدات الإضاءة بمعنى أن تكون المسافة إلى حد ما متساوية بين وحدات الإضاءة.

شروط الإضاءة الجيدة



درجة حرارة الضوء COLOR TEMPERATURE

هو لون مصدر الضوء من خلال مقارنته بلون أسود للجسم.

وهو رقم يعبر عن درجة اللون، ويكون عند شروق الشمس صباحا حوالي K 2000 وعندها يكون لون الضوء أصفر، بينما يكون أثناء النهار حوالي K 5700 وعندها يكون اللون أبيض مزرق ويسمى هذا اللون DAYLIGHT.

شروط الإضاءة الجيدة

أهم تطبيقات الأصفر الدافئ 2700-3000 K في المنازل والمطاعم والفنادق توهجها دافئ ومريح.

أما اللون الأبيض 4000-5700 K يستخدم في التطبيقات الوظيفية كالمكاتب والمعامل والغرف الطبية إلخ...

شروط الإضاءة الجيدة

درجة حرارة الضوء COLOR TEMPERATURE

- له تأثير مادي على صحة الإنسان.
- الضوء الأبيض الساطع يستفز الجالسين ويبث الحيوية فيهم.
- الأبيض البارد مناسب للمساحات التي تتطلب نشاطا مستمرا، كالمطابخ والحدائق وغيرها إذ يبث دافئا شعورا بالحيوية.
- الأصفر يبعث شعورا حميما دافئا يناسب غرف المعيشة والنوم.

شروط الإضاءة الجيدة

- **تجنب التباين الشديد بين الظل والنور في الإضاءة العامة.**
- **تجنب إبهار البصر، أي أن تقع النقاط الضوئية فوق أو خارج مجال الرؤية، أو أن توضع عناصر الإضاءة ضمن وحدات تخفف توهجها.**
- **تجنب الانعكاسات الشديدة التي تبهر العين وتزعجها.**
- **توزيع متجانس للضوء حسب الوظيفة.**

- اختيار الإضاءة وشدتها، ليست عشوائية بل هناك جداول وحسابات لتحديد احتياجات الإضاءة للفراغات المختلفة.

الإضاءة الخارجية

الإضاءة السفلية Down Lighting

تكون ذات تأثيرات مباشرة وتوضع عادة في تجاويف السقف.

ويستخدم هذا النوع بشكل كبير.

لايستعمل لوحده، لأنه قد يظهر الفراغ بشكل مظلم.

الإضاءة الخارجية

الإضاءة العلوية Up Lighting

تعزز الشعور بالارتفاع، حيث تستطيع أن تجعل المكان يبدو أكثر رحابة واتساعاً مما هو عليه فيتم تسليط الضوء للأعلى بشكل مباشر.

هذا النوع أكثر مرونة من النوع الأول فممكن أن يكون بمستويات مرتفعة أو منخفضة وحسب خصوصية التصميم.

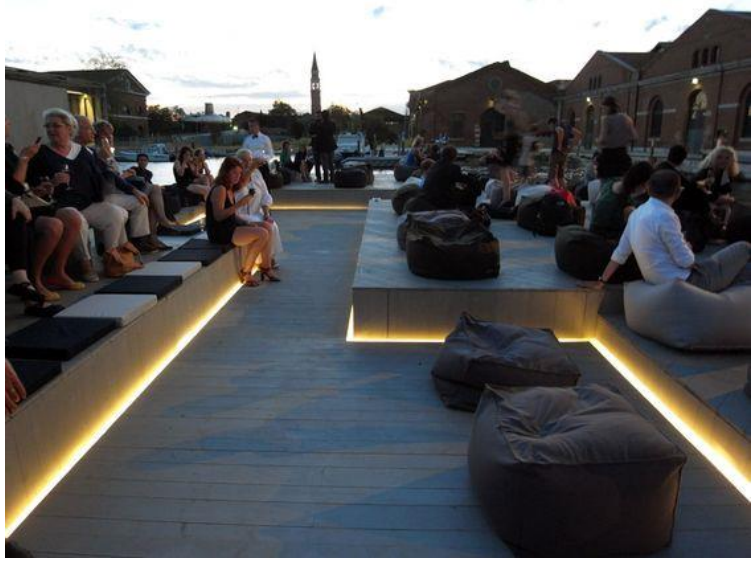
الإضاءة الخارجية

إضاءة الجدران Wall Lighting

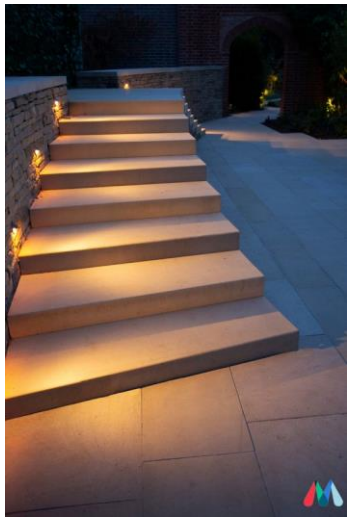
يتم تسليط الإضاءة على الجدران بشكل مباشر. يحقق هذا النوع تركيزا على الأجزاء المهمة الموجودة.

الإضاءة الخارجية

إضاءة ممرات الحركة
PATHWAY Lighting



إضاءة الأدراج
STAIR Lighting



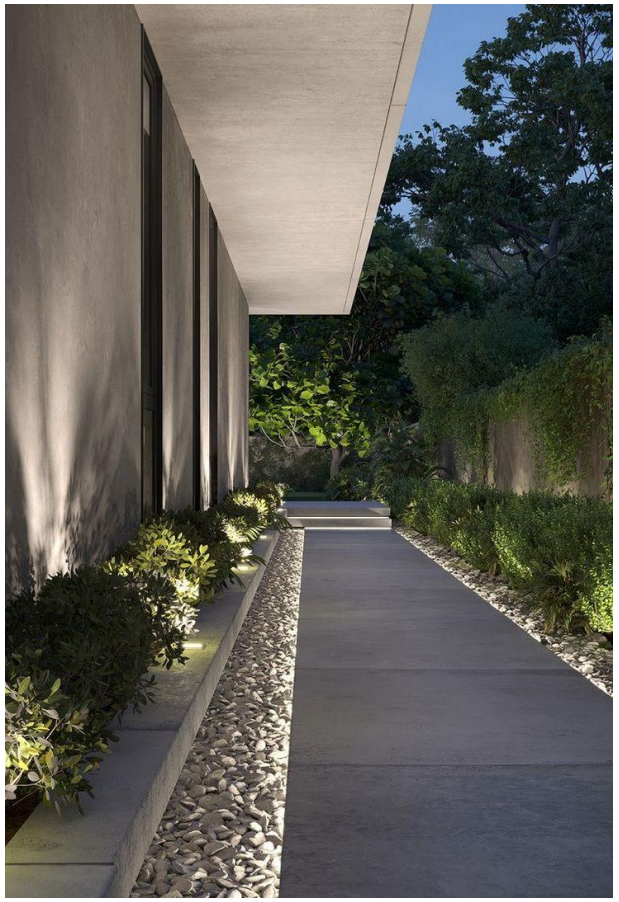
الإضاءة الخارجية

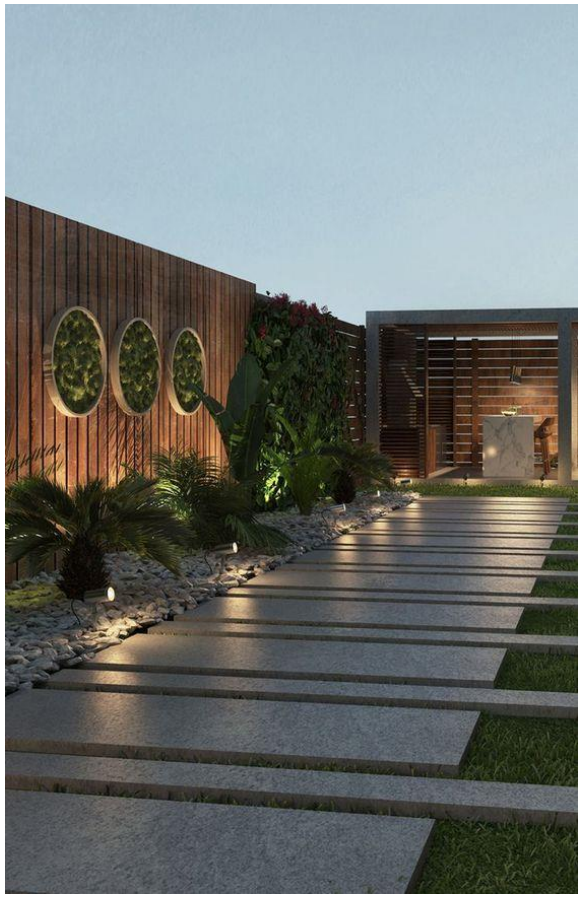
إضاءة الأشجار
TREES Lighting

- من المهم في الإنارة الخارجية الليلية تجنب الوهج المزعج من خلال منابع غير مباشرة أو مخفية.
- وضع أجهزة الإنارة خارج خطوط النظر، إما منخفضة جداً أو عالية جدا أو في الأشجار. ثم توجه الأجهزة بحيث يتم ملاحظة تأثير الضوء الناتج فقط.

الإضاءة الخارجية

الإضاءة الخارجية





الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

THANK YOU

For Your Listening