صوتيات العمارة

المرحلة الثالثة

2015-2016

المحاضرة السابعة

مفردات المحاضرة السابعة.

١. معادلات زمن ارتداد الصوت

- معادلة سابين(Sabine).
- معادلة (Eyring)
- زمن الترديد الأمثل.
- الانعكاس.
- الانعكاس من السطوح المستوية.
- الا نعكاس من السطوح الدائرية.

معادلة سابين

- تعتمد معادلة سابين في حساب زمن الترديد على عاملين مؤثرين هما:

١. حجم الفضاء الصوتي .

٢. معاملات الامتصاص للمواد المستعملة في تغليف سطوحه.

$$T_S = 0.163 \frac{V}{\alpha S}$$

وباضافة امتصاص الهواء

$$T_S = 0.163 \frac{V}{\alpha S + 4mV}$$

حيث:-

$$\alpha = \sum S_i \alpha_i$$

T_s= زمن الترديد اعتمادا على معادلة سابين (s)

V= حجم الغرفة (m^3)

S = مجموع مساحات سطوح الغرفة (m^2)

4mV = ثابت امتصاص الهواء وفي الفضاءات الصغيرة يمكن اهماله (Sabin)

α= معامل الامتصاص المكافىء (Sabin.m^2)

معادلة (Eyring)

تفترض هذه المعادلة ان سطوح الفضاء ناشرة للصوت بشكل متجانس بحيث تحدث عملية امتصاص الصوت بطريقة متجانسة في ارجاء الفضاء ذي الشكل متوازي السطوح المستطيلة ويرمز لزمن الترديد هنا Te

$$T_e = 0.163 \frac{V}{S \ln(1-\alpha) + 4mV}$$

زمن الترديد الامثل

يوصى بان يكون زمن الترديد الامثل للفضاءات السمعية في نطاق الترددات المحصورة بين 500-1000 Hz كما في الجدول التالي

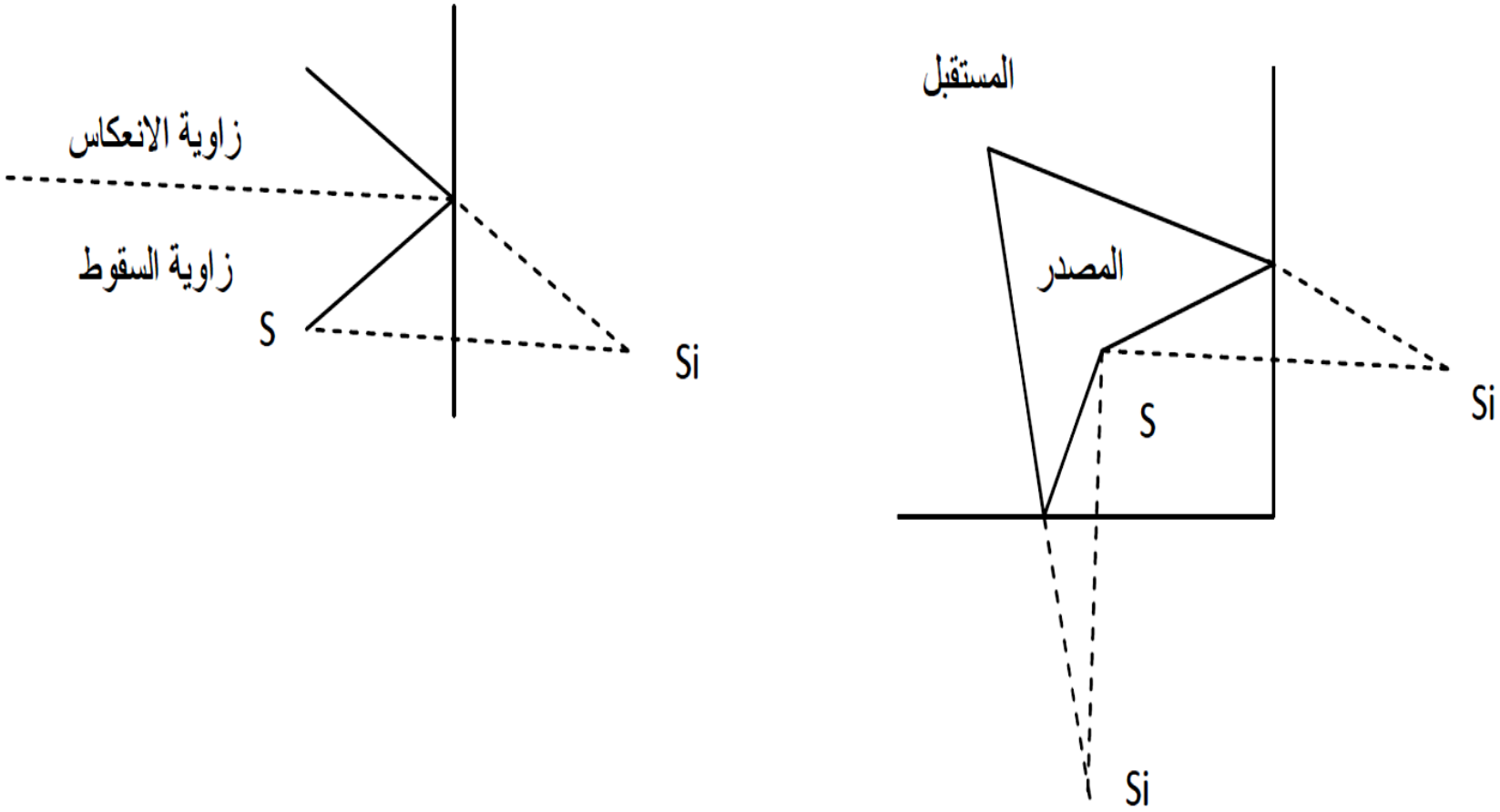
نوع الفعالية الصوتية	وظيفة الفضاء	زمن الترديد الامثل (sec)	
		الحد الاقصى	الحد الادنى
كلامية	قاعات تسجيل وبث اذاعي	0.6	0.4
	غرف صف مدرسية	0.9	0.5
	دار تمثيل وانتاج مسرحي	1.2	0.8
	غرف محاضرات ومؤتمرات	1.4	0.9
موسيقى وخطابة	قاعات سينما	1.3	0.7
	مسارح صغيرة	1.5	1.1
	قاعات استماع لاغراض عامة	3.4	1.9
	اماكن دينية	3.4	1.2
موسيقى	اماكن رقص	1.3	0.8
	قاعات مسرحيات هزلية كوميدية واوبرا قصيرة	1.5	1.05
	قاعات موسيقى كونسرت وموسيقى شبه تقليدية ومجموعات فرق موسيقية	1.9	1.1
	قاعات اعمال فرق موسيقية معاصرة وغرف موسيقى منفردة	1.9	1.2
	قاعات اوبرا	1.9	1.3
	قاعات فرق موسيقية دينية	2.15	1.6
	قاعات استماع للموسيقى السيمفونية	2.2	1.6
	قاعات استماع لفرقة موسيقية دينية او مجموعة من المرتلين او لالة الاورغن	3.4	1.9
المدارس	قاعات الاجتماع	1	2.5
	الملاعب وبرك السباحة	-	1.5
	غرف الطعام	-	1.25
	غرف الصف	1.25	0.75
	غرف تعليم الموسيقى	1.5	0.75

الانعكاس

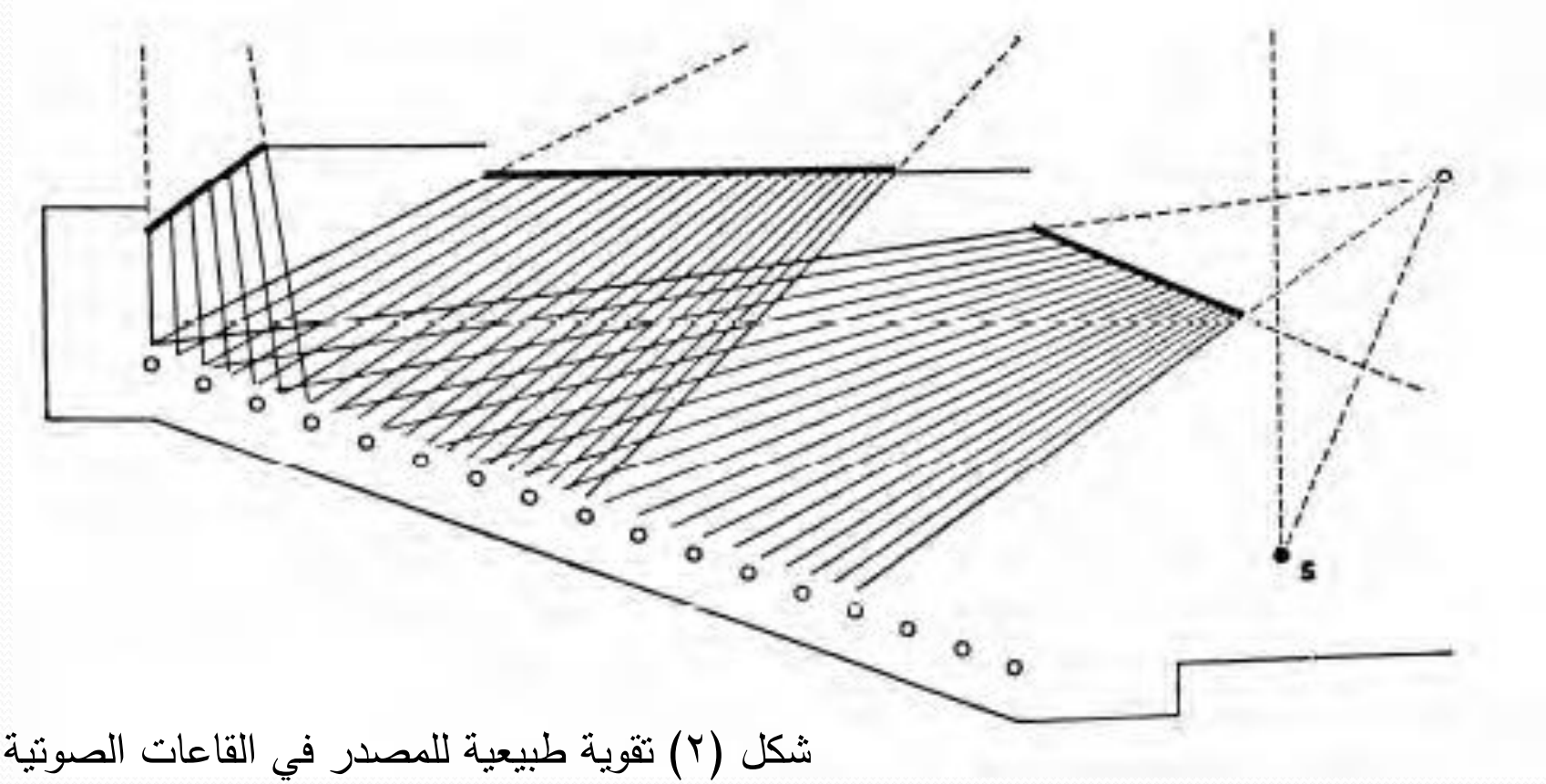
عندما تصطدم الموجات الصوتية بجدار فاما تنعكس كلياً او تمتص كلياً او تنتقل كلياً او يحدث لها امتصاص وانعكاس وانتقال معاً، وتؤثر في ذلك طبيعة المواد المكون منها الجدار وسطحها وكثافتها ومساميتها وسمكها وخواص اخرى فيزيائية، كمعامل المرونة وطريقة تثبيتها وغيره. وتختلف طريقة انعكاس الموجات الصوتية باختلاف اشكال السطوح التي تصطدم بها.

الانعكاس من السطوح المستوية

عندما تنعكس الموجات الصوتية من السطوح المستوية تنطبق عليها قوانين انعكاس الضوء، حيث ان زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس و يمكن ايجاد مواقع انعكاسات الموجات المختلفة من الشكل (١) يمكن ان يستفاد من الانعكاس في تقوية الصوت طبيعياً في الفضاءات السمعية مثل القاعات الموسيقية والمسرحية وقاعات المؤتمرات لاحظ الشكل (٢)



شكل (١) تقوية طبيعية للمصدر من الانعكاس على السطوح المستوية

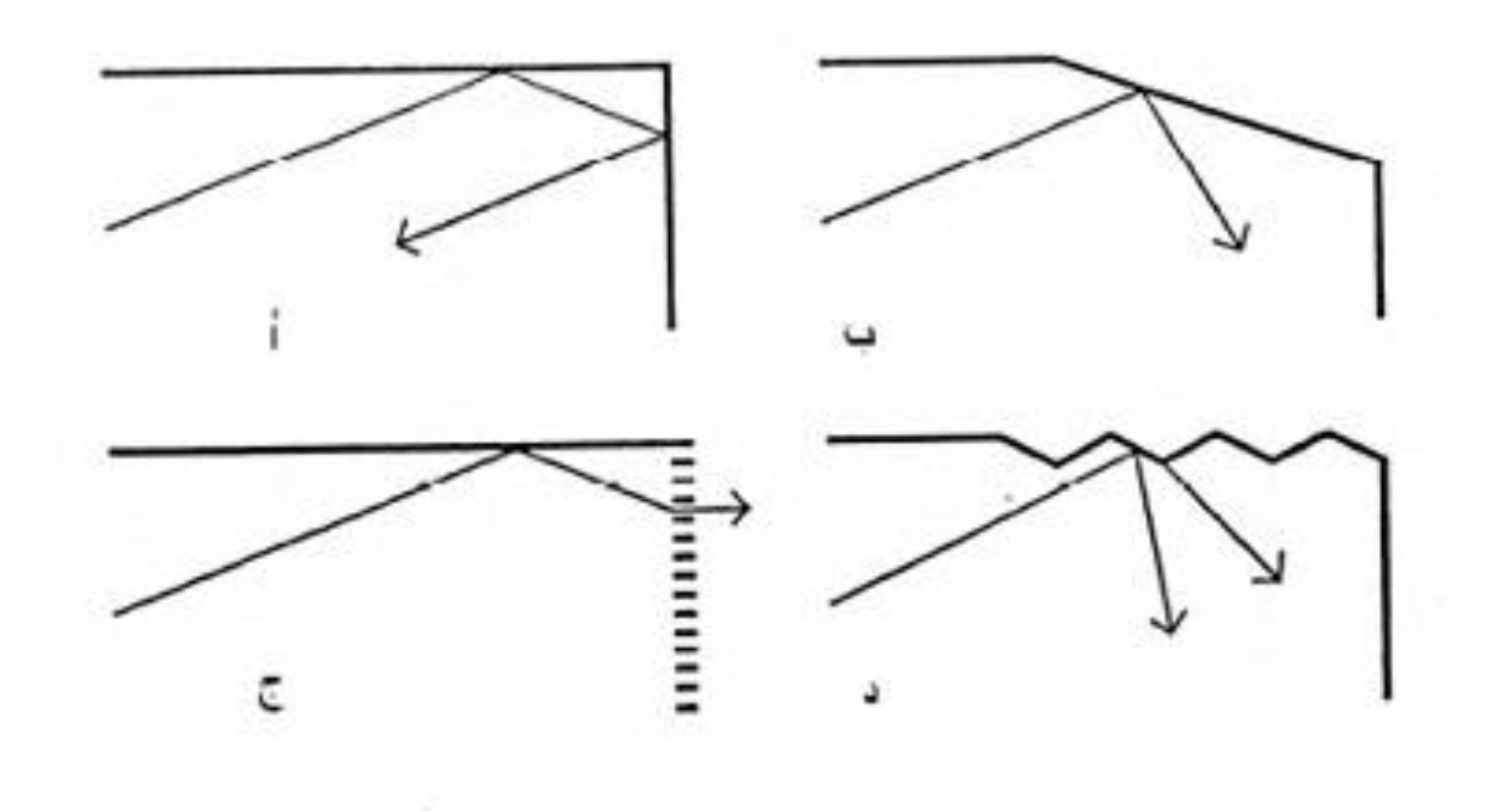


شكل (٢) تقوية طبيعية للمصدر في القاعات الصوتية
باستعمال عاكسات الصوت المستوية

ان للتقوية الطبيعية للصوت أهمية كبيرة تتمثل بالاتي:

- ان التقوية الطبيعية افضل من التقوية باستعمال الاجهزة الكهربائية المساعدة بسبب الحاجة الى صيانة هه الاجهزة وتصميم مواقع تثبيتها في الفضاء بطريقة مدروسة لتحقيق التقوية الصوتية التي لا تؤثر على خواص الصوت ومفهوميته.
- ملاحظة ان التقوية الطبيعية يجب ان تصل الى اذن المستمع في مدة زمنية محدودة اقل من (٠.٠٥) m.sec والا ظهرت وكأنها صوت اخر، فتشوش على الاشارة الاصلية عندها يصبح فهم الصوت الاصلي صعب.
- يسبب انعكاس الصوت من السطوح العاكسة زيادة في منسوب الطاقة الصوتية وفي حين تعد هذه التقوية جيدة في اماكن معينة من الفضاءات السمعية فانها قد تسبب تشويشا ناتجاً عن زيادة طول ممرات الموجات المنعكسة بالنسبة لطول الموجات الاصلية فيحدث الصدى واذا تجاوز الفرق بين طول الممرين عن ١٧ متر

فمن المتوقع ان يسمع الصوت الاخر وكانه صوت مكرر واضح صدى. مما يؤدي الى تشتت ذهن السامع بين الصوتين، وفي الحالة الثانية يفضل استعمال مادة ماصة على الجدار الخلفي وفي منطقة الانعكاسات الضارة لتوهين الصوت الى حدود غير مسموعة او الى حدود ضعيفة، مما يقلل من قيمتها فلا تسمع او تكون ضعيفة. او ان يميل السقف من الخلف فيعكس الصوت الى المناطق الخلفية من القاعة. او تستعمل مواد ناشرة للصوت في الجدار الخلفي فينشر الصوت بعدة اتجاهات ولايسبب تقوية للصوت المنعكس المتأخر كما قي الشكل (٣) الذي يبين أساليب مقترحة لمنع حدوث الصدى.



أ- وجود الصدى في خلفية القاعة. ب- امالة السقف في خلفية القاعة لمنع حدوث الصدى

ج- استخدام المواد الماصة لمنع حدوث الصدى. د- استعمال المواد الناشرة لمنع حدوث الصدى

الا نعكاس من السطوح الدائرية

يعتمد انعكاس الموجات الصوتية من السطوح الدائرية على اتجاه مركز الدائرة بالنسبة لمصدر الصوت ففي حالة انعكاس الصوت من الاسطح الدائرية في المخطط او المقطع ينطبق عليها قانون زاوية الانعكاس تساوي زاوية السقوط فتتركز الانعكاسات في بؤرة معينة يمكن معرفتها من المعادلة :

$$V = \frac{RU}{2U - R}$$

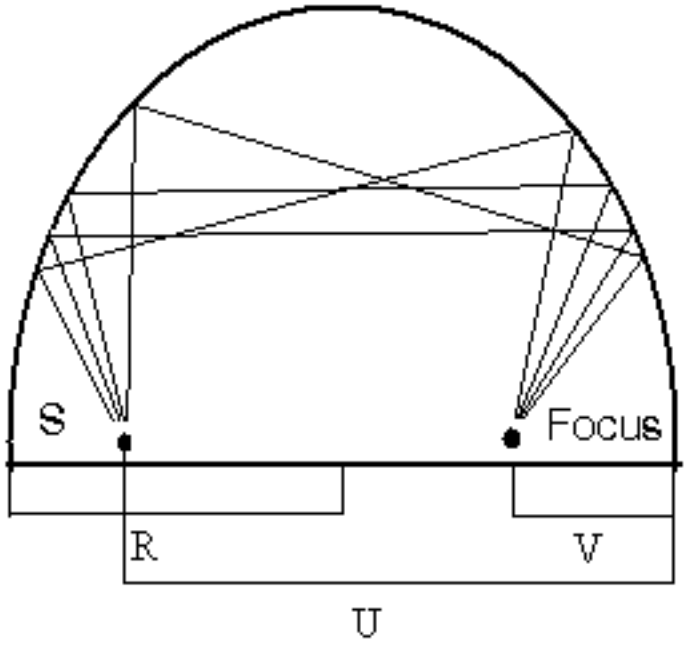
حيث:

V = مركز تجمع الموجات المنعكسة

R = نصف قطر الدائرة (m)

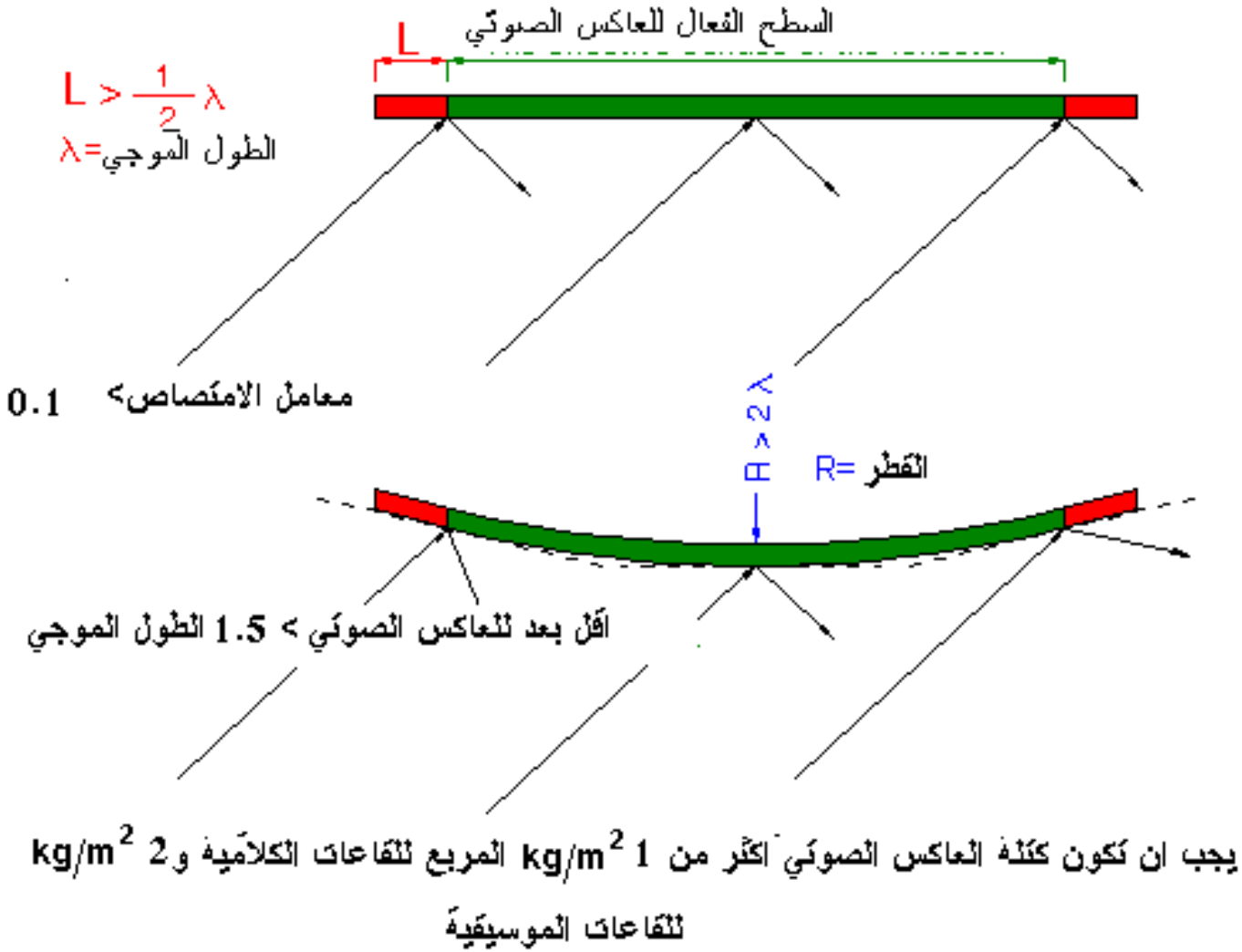
U = بعد المصدر عن الدائرة باتجاه V (m)

وتكون نقطة V مركزاً لتجمع الطاقة الصوتية في الفضاء مما يسبب عيباً صوتياً فيها. اما في حالة انعكاس الموجات الصوتية من السطوح المحدبة فان السطوح المحدبة تعمل كناشرات جيدة للموجات الصوتية، ويمكن استغلال هذه السطوح في نشر الصوت لمسافات اكبر من بقية السطوح



الانعكاسات الصوتية من السطوح الدائرية

ولكي يحقق السطح العاكس (المستوي والمحدب)نشراً جيد اً لموجات الصوت في القاعات السمعية فان ذلك يستوجب تحقيق عدد من الشروط الموضحة



الشروط التي يتوجب ان تحقق في العاكس الصوتي(المستوي والمحدب) لتحقيق نشر متجانس لمصوت في القاعات السمعية