Ce site est celui d'un amateur passionné, totalement indépendant de toutes contraintes commerciales.
Je n'ai rien à vous vendre, les conseils sont totalement gratuits, les avis sont argumentés et pas toujours identiques à ceux des vendeurs.

Résonateur de Helmholtz

Mise à jour : 2010-03-20.

Calcul de l'évent du résonateur de Helmholtz :

La formule qui permet de calculer la Fréquence d'accord d'un résonateur de Helmholtz en fonction du volume interne du résonateur, de la surface et longueur de l'évent est :

FB = (C / (2 * Pi)) * RACINE (S / ((L + **K** * RACINE (S)) * VB))
ou
FB = (C / (2 * Pi)) * RACINE (S / ((L + **K1** * A) * VB))
avec :

- FB = Fréquence d'accord en Hz,
- C = Vitesse du son = 343.4 m/s à 20° C. (Voir annexe au bas du chapitre)
- Pi = 3.14159
- S = Surface de l'évent en m^2, S = Pi * A^2 = Pi * D^2 / 4, avec D = 2 * A = diamètre de l'évent.
- A = Rayon de l'évent en m, A = racine(S / Pi).
- L = Longueur de l'évent en m
- VB = Volume de l'enceinte en m^3
- **K** = coefficient de correction d'extrémité pour S.
- **K1** = coefficient de correction d'extrémité pour A.

Dans toutes les formules, il faut faire très attention aux unités.
La méthode la plus sûre est de tout mettre en SI : Mètre, Kilo, Seconde, Ampère.

Coefficient d'extrémité :

Un évent de bass-reflex à deux correction d'extrémité, l'une à l'intérieur de l'enceinte, l'autre à l'extérieur.
Un évent de résonateur de Helmholtz à une seule correction d'extrémité, à l'extérieur.

- Le coefficient 0.34 sur S ou 0.60 sur A s'utilise si le tube d'évent dépasse à l'extérieur du résonateur de Helmholtz .
- Le coefficient 0.48 sur S ou 0.85 sur A s'utilise dans le cas d'un simple trou dans une planche, ou si votre tube d'évent ne dépasse pas à l'extérieur.

Pour la surface S	Application	Exemple	Pour le rayon A
0.48	Pour un col encastré	Un simple trou dans une planche Ou évent qui ne dépasse pas à l'extérieur.	0.85
0.34	Si l'extrémité extérieure est libre	Tube d'évent qui dépasse à l'extérieur	0.60

Le coefficient de correction d'extrémité est de la forme : **K** * RACINE (S).
Certain livres n'utilisent pas S mais A qui est le rayon de l'évent. Posons S = Pi * A^2.

K * RACINE (S) = **K** * RACINE (Pi * A^2) = **K** * RACINE (Pi) * A
Pour travailler avec le rayon, il est possible de définir un nouveau coefficient : **K1** = **K** * RACINE (Pi)

C'est le plus souvent c'est la formule qui donne la longueur de l'évent qui est utilisée.

Quelle longueur ?

L = ((C / (2 * Pi * FB))^2 * S / VB) - (**K** * RACINE (S))
ou
L = ((C / (2 * Pi * FB))^2 * S / VB) - (**K1** * A)

Le calcul est réalisé par le formulaire ci-dessous.

Formulaire de calcul de l'event d'un résonateur de Helmholtz

Le séparateur décimal est le point. Si vous voulez entrer 52.8 L, tapez : cinq, deux, point, huit.

Volume du résonateur en L : 50

Fréquence d'accord en Hz : 50

Coeficient d'extrémité (pour évent circulaire) **K** : 0.339 sur S, 0.600 sur A, tube d'évent qui dépasse à l'extérieur

Type d'évent : 1 évent circulaire, choisis dans la liste

Liste des évents circulaire en tube PVC Se trouve au rayon plomberie ou bâtiment : Di=9.4 cm, De=10.0 cm

Diamètre de l'évent circulaire en cm : 7.4

Température en °C (de 0 à 50°C) : 20

Altitude en m (de -300 à +4000 m) : 50

% Humidité relative en % (de 0 à 100%) : 40

Calcul de la longueur de l'évent

Retour au menu du sujet | Chapitre précédant | Navigation dans le sujet : Bass-reflex | Chapitre suivant | 04 Baffles et enceintes

Annexe :

Célérité du son et Masse volumique de l'air humide

Mise à jour : 2014-03-14.

Pour le non-spécialiste, la célérité du son c'est la vitesse du son dans l'air.
La célérité du son C est d'environ 344 m/s et la densité de l'air Ro de 1.18 Kg/m^3. Ce sont les valeurs trouvées dans les livres sur les haut-parleurs.
La pratique est un peu différente...

Je retiendrai comme valeur par défaut pour les calculs C=343.707 m/s et Ro=1.194 Kg/m3 qui correspondent à une température de 20° C, une altitude de 50 m et à 40% d'humidité relative.
Si vous êtes sous les tropiques, en altitude, je vous invite à prendre les valeurs qui correspondent à votre cas.

La nouvelle version de ce chapitre a vu le jour avec l'aide active d'un Internaute qui m'a fourni un fichier EXCEL, et que j'ai utilisé pour passer le calcul en PHP, formule par formule. Les vérifications ont été effectuées.
Le prénom et l'adresse courriel de cet Internaute ne seront pas indiqués à sa demande, mais je les conserve soigneusement dans le fichier EXCEL.

Variation de la pression avec l'altitude :

La pression de référence au niveau de la mer à 0 m et à 15°C est de : P_{sol} = 1013.25 hPa = 101325 Pa.
Cette pression varie avec l'altitude exprimée en m : $P_{alti} = P_{sol} * (1 - 22.5577*10^{-6} * \text{Altitude})^{5.25588}$
Cette méthode est utilisée par l'aviation civile, et nous conviendra parfaitement. La précision utilisée est supérieure à celle de WIKIPEDIA.
La validité de cette formule est jusqu'à 11 000 m.

J'ai limité le calcul de -300 à 4 000 m. Pour 50 m d'altitude, P_{alti} = 100725.8 Pa.

Température absolue :

La température absolue est la température en degré CELSIUS + 273.15°.

J'ai limité le calcul de 0° C à 50° C. Pour 20° C, T_{abs} = 293.15°

Humidité relative :

L'humidité relative varie de 0 à 100%.

Pour les calculs J'ai retenu 40% par défaut, après avoir mesuré la valeur chez moi.
L'hiver je suis très souvent en dessous grâce au chauffage.
L'été, quand un orage arrive, la valeur est plus élevée.

Constantes :

Constante de Boltzmann = 1.3806504 * 10^{-23} $J.K^{-1}$
Nombre d'Avogadro = 6.02214177 * 10^{26} mol^{-1}
La constante universelle des gaz parfait est le produit des deux. CUGP = 8314.47 $J.mol^{-1}.K^{-1}$

Air sec :

Air sec	Masse molaire	Quantité	Masse
Unité	$g.mol^{-1}$	% en volume	$g.mol^{-1}$
O_2	31.9988	21	6.7198
N_2	28.0134	78.1	21.8785
Divers	40	0.9	.0.3600
Total		100	28.96

Constante pour air sec = 8314.47 / 28.96 = 287.12 $J.Kg^{-1}.K^{-1}$
Masse volumique pour l'air sec = 100725.8 / (287.12 * 293.15) = 1.20 Kg/m^3
Célérité pour l'air sec = racine(100725.8 * 1.4 / 1.20) = 343.27 m/s

Coefficient isentropique γ = 1.4
Pour les puristes, et pour faire une mise à jour ultérieure. Seul le résultat 28.97 est utilisé.

Air sec	[MM]	Mole	% Masse	Masse	
O_2	15,9994	2	20,95	6,70	
N_2	14,0067	2	78,08	21,87	
Ar	39,9480	1	0,93	0,37	
Ne	20,1797	1	0,0018	0,00	
Kr	83,7980	1	0,00011	0,00	
Xe	131,2930	1	0,00009	0,00	
CO_2	44,0095	1	0,038	0,02	
(Divers			0,9700	0,39	)
			100,00	28,97	kg/kmole

Vapeur :

Vapeur	Masse molaire	Quantité	Masse
Unité	$g.mol^{-1}$	% en volume	$g.mol^{-1}$
H_2	2.016	100	2.016
O	15.994	100	15.994
Total		100	18.01

Constante pour vapeur = 8314.47 / 18.01 = 461.52 $J.Kg^{-1}.K^{-1}$
Masse volumique pour la vapeur = 100725.8 / (461.52 * 293.15) = 0.74 Kg/m^3
Célérité pour la vapeur = racine(100725.8 * 1.4 / 0.74) = 435.22 m/s

H_2O :

Pression partielle de H_2O : EXP((-27405.526 + 97.5413 * T_{abs} - 0.146244 * 293.15^2 + 0.00012558 * 293.15^3 - 0.000000048502 * 293.15^4) / (4.34903 * 293.15 - 0.0039381 * 293.15^2) + LOG(22105649.25))
Pour 20° C, la pression partielle de H_2O = 2336.30 Pa

MasseH_2O : (287.12 * 2336.30 * 40 / 100) / (461.52 *(100725.8 - 2336.30 * 40 / 100)) = 0.00583

C et Ro :

Ro = ((1 + 0.00583) * (100725.8 / 293.15)) / (287.12 + (461.52 * 0.00583)) = 1.193 Kg/m^3

C = racine(100725.8 * 1.4 / 1.193) = 343.877 m/s

Tableau récapitulatif :

Vous verrez ce tableau dans pratiquement tous les calculs réalisés avec la base de données.
Si vous changez les valeurs par défaut pour adapter le calcul à votre cas, vous aurez des valeurs calculées différentes.
Rappel, le calcul marche de 0° C à 50° C, de -300 m à 4000 m, et de 0% à 100% d'humidité relative.

Masse volumique de l'air humide :

A partir du 17/04/2010, les modifications sur le calcul de C et Ro, appliquée dans la base de données, ne correspondent pas aux explications ci-dessous. Mise à jour en court.
La meilleure preuve sont les valeurs par défaut ci-dessus.

Table utilisée dans la Base de données haut-parleurs, pour des températures entre 0° C et 45° C.

Ts	100% Hr	90% Hr	80% Hr	70% Hr	60% Hr	50% Hr	40% Hr	30% Hr	20% Hr	10% Hr	1% Hr
En °C	Ro en Kg/m^3										
0 °C	1.289	1.290	1.290	1.290	1.290	1.291	1.291	1.291	1.292	1.292	1.292
1 °C	1.284	1.285	1.285	1.285	1.286	1.286	1.286	1.287	1.287	1.287	1.288
2 °C	1.279	1.280	1.280	1.281	1.281	1.281	1.282	1.282	1.282	1.283	1.283
3 °C	1.275	1.275	1.275	1.276	1.276	1.276	1.277	1.277	1.277	1.278	1.278
4 °C	1.270	1.270	1.271	1.271	1.271	1.272	1.272	1.272	1.273	1.273	1.274
5 °C	1.265	1.265	1.266	1.266	1.267	1.267	1.267	1.268	1.268	1.269	1.269
6 °C	1.260	1.261	1.261	1.261	1.262	1.262	1.263	1.263	1.264	1.264	1.264
7 °C	1.255	1.256	1.256	1.257	1.257	1.258	1.258	1.259	1.259	1.260	1.260
8 °C	1.250	1.251	1.251	1.252	1.252	1.253	1.253	1.254	1.254	1.255	1.255
9 °C	1.246	1.246	1.247	1.247	1.248	1.248	1.249	1.249	1.250	1.251	1.251
10 °C	1.241	1.241	1.242	1.243	1.243	1.244	1.244	1.245	1.245	1.246	1.246
11 °C	1.236	1.237	1.237	1.238	1.239	1.239	1.240	1.240	1.241	1.242	1.242
12 °C	1.231	1.232	1.233	1.233	1.234	1.235	1.235	1.236	1.236	1.237	1.238
13 °C	1.227	1.227	1.228	1.229	1.229	1.230	1.231	1.231	1.232	1.233	1.234
14 °C	1.222	1.223	1.223	1.224	1.225	1.226	1.226	1.227	1.228	1.229	1.229
15 °C	1.217	1.218	1.219	1.220	1.220	1.221	1.222	1.223	1.223	1.224	1.225
16 °C	1.212	1.213	1.214	1.215	1.216	1.217	1.217	1.218	1.219	1.220	1.221
17 °C	1.208	1.209	1.210	1.210	1.211	1.212	1.213	1.214	1.215	1.216	1.217
18 °C	1.203	1.204	1.205	1.206	1.207	1.208	1.209	1.210	1.211	1.211	1.212
19 °C	1.198	1.199	1.200	1.201	1.202	1.203	1.204	1.205	1.206	1.207	1.208
20 °C	1.194	1.195	1.196	1.197	1.198	1.199	1.200	1.201	1.202	1.203	1.204
21 °C	1.189	1.190	1.191	1.192	1.193	1.194	1.196	1.197	1.198	1.199	1.200
22 °C	1.184	1.185	1.187	1.188	1.189	1.190	1.191	1.192	1.194	1.195	1.196
23 °C	1.179	1.181	1.182	1.183	1.184	1.186	1.187	1.188	1.189	1.191	1.192
24 °C	1.175	1.176	1.177	1.179	1.180	1.181	1.183	1.184	1.185	1.187	1.188
25 °C	1.170	1.171	1.173	1.174	1.176	1.177	1.178	1.180	1.181	1.183	1.184
26 °C	1.165	1.167	1.168	1.170	1.171	1.173	1.174	1.176	1.177	1.178	1.180
27 °C	1.160	1.162	1.164	1.165	1.167	1.168	1.170	1.171	1.173	1.174	1.176
28 °C	1.156	1.157	1.159	1.161	1.162	1.164	1.165	1.167	1.169	1.170	1.172
29 °C	1.151	1.153	1.154	1.156	1.158	1.160	1.161	1.163	1.165	1.166	1.168
30 °C	1.146	1.148	1.150	1.151	1.153	1.155	1.157	1.159	1.161	1.163	1.164
31 °C	1.141	1.143	1.145	1.147	1.149	1.151	1.153	1.155	1.157	1.159	1.161
32 °C	1.136	1.138	1.140	1.142	1.144	1.146	1.149	1.151	1.153	1.155	1.157
33 °C	1.131	1.133	1.136	1.138	1.140	1.142	1.144	1.146	1.149	1.151	1.153
34 °C	1.126	1.129	1.131	1.133	1.136	1.138	1.140	1.142	1.145	1.147	1.149
35 °C	1.121	1.124	1.126	1.129	1.131	1.133	1.136	1.138	1.141	1.143	1.145

36 °C	1.116	1.119	1.122	1.124	1.127	1.129	1.132	1.134	1.137	1.139	1.142
37 °C	1.111	1.114	1.117	1.119	1.122	1.125	1.127	1.130	1.133	1.135	1.138
38 °C	1.106	1.109	1.112	1.115	1.118	1.120	1.123	1.126	1.129	1.132	1.134
39 °C	1.101	1.104	1.107	1.110	1.113	1.116	1.119	1.122	1.125	1.128	1.131
40 °C	1.096	1.099	1.102	1.105	1.109	1.112	1.115	1.118	1.121	1.124	1.127
41 °C	1.091	1.094	1.098	1.101	1.104	1.107	1.111	1.114	1.117	1.120	1.124
42 °C	1.086	1.089	1.093	1.096	1.099	1.103	1.106	1.110	1.113	1.117	1.120
43 °C	1.081	1.084	1.088	1.091	1.095	1.099	1.102	1.106	1.109	1.113	1.116
44 °C	1.075	1.079	1.083	1.087	1.090	1.094	1.098	1.102	1.105	1.109	1.113
45 °C	1.070	1.074	1.078	1.082	1.086	1.090	1.094	1.098	1.102	1.106	1.109

Merci pour votre visite.

Dominique Petoin
Ma passion
L'acoustique

Il y a un savoir vivre élémentaire qui consiste à demander l'autorisation avant de reprendre tout ou partie de ce qui est écrit dans ce chapitre.
Ne pas respecter ce droit élémentaire vous expose à des poursuites sous toutes les formes légales et moins légales.