

Travaux Dirigés numéro 19

Ondes sonores sphériques

PC, 21 janvier 2009

Exercice 1 Émission et propagation d'une onde sphérique. Un émetteur sphérique ayant la forme d'une membrane dont le rayon au repos est r_0 produit un son de façon isotrope.

1. Résoudre dans ce cas l'équation de d'Alembert en cherchant une onde sphérique progressive. On pourra raisonner sur la quantité rp_1 .
2. Dédurre de l'expression de la surpression celle de l'onde de vitesse. L'onde de vitesse est-elle longitudinale?
3. On prend l'hypothèse simplificatrice $r_0 = \frac{1}{k}$. Quel serait dans ce cas le mouvement de la membrane? Donner un exemple concret.
4. Déterminer le vecteur $\vec{\Pi}$ pour l'onde sphérique. Montrer que la valeur moyenne de la puissance traversant une surface sphérique concentrique avec la source est indépendante de son rayon r . Commenter ce résultat.

Exercice 2 Une onde plane progressive harmonique de longueur d'onde Λ se propage dans un tuyau cylindrique d'axe (O, x) et de rayon $r_0 \ll \lambda$. L'extrémité E du tuyau est ouverte et met en communication l'air dans le tuyau et l'air dans l'atmosphère à la pression P_0 . On admet que la diffraction en E provoque le changement de nature de l'onde et qu'elle devient hémisphérique à l'extérieur.

1. Montrer qu'un tuyau cylindrique d'axe (O, x) peut permettre la propagation d'une onde plane progressive harmonique.
2. En utilisant les résultats de l'exercice précédent, déterminer l'impédance acoustique de l'onde hémisphérique à l'extérieur au voisinage de la sortie du tuyau : on supposera que l'extrémité circulaire du tuyau est assimilable à une source hémisphérique de même rayon (r_0) et on assimilera l'impédance au rapport du module de la surpression complexe par celui de la composante sur \vec{u}_r de la vitesse complexe.
3. En déduire les valeurs approchées des coefficients de réflexion et de transmission de l'onde de surpression en E : on supposera que les expressions du cours relatives aux ondes planes progressives harmoniques sont généralisables.
4. En déduire la nature de l'onde sonore de surpression dans le tuyau, assimilée à la superposition de l'onde incidente et de l'onde réfléchie en E . Préciser l'état vibratoire de E .