

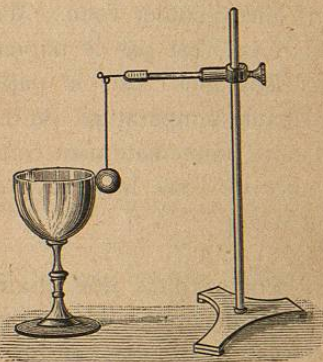
que les parcelles d'eau qui sont à la surface de la terre se transforment en un gaz que nous appelons *vapeur d'eau*. La vapeur est transparente comme l'air. On appelle souvent vapeur d'eau des nuages blancs, mais cette expression est inexacte. Les nuages se composent de petites vésicules ou bulles d'eau, mais d'eau à l'état liquide. La vapeur d'eau, étant invisible, se mêle donc à l'air sans être aperçue. — Maintenant, une réflexion: c'est la chaleur qui a changé l'eau liquide en vapeur d'eau; donc, une soustraction de chaleur ou un refroidissement de la vapeur doit reformer de l'eau liquide. Donc, en refroidissant suffisamment l'air qui est toujours mêlé de vapeur d'eau, nous devons toujours observer la formation d'eau liquide. C'est ce qui se produit dans la nature sous forme de rosée, de brouillard ou de pluie. Ainsi, pour qu'il pleuve il faut absolument qu'il se produise un refroidissement de l'air chargé de vapeur d'eau.

En faisant notre expérience, nous remarquerons donc aussi que l'eau se dépose sur la plaque froide, dans la chambre chaude, quand le verre a suffisamment refroidi l'air environnant. Ceux qui portent lunettes ne le savent que trop.

Acoustique.

105. Suspendez au support par un fil la petite boule métallique du carillon, placez à côté un verre à vin de manière que la boule puisse facilement en toucher le bord. Frappez sur le verre avec une baguette et observez la boule. (V. la fig.)

Au moindre choc, la boule est écartée du verre. Nous en concluons que ce choc a mis le verre en mouvement. Et ce mouvement ne peut pas être un



105.

déplacement du verre, car le même fait se produit quand on tient le verre ferme par le pied.

106. Répétez l'expérience précédente, mais avec le verre rempli d'eau.

La boule est repoussée plus loin que dans l'Exercice 105.

107. Touchez la boule, suspendue librement, avec une cloche qui résonne, et observez les trépidations de la boule.

On sait qu'en frappant une cloche (du carillon) avec une baguette, on entend un son. Ce son est produit par les vibrations de la cloche, vibrations qui se propagent dans l'air et arrivent jusqu'à l'oreille. Notre expérience montre qu'effectivement la cloche vibre, puisque la boule métallique, au contact de la cloche, se meut d'une manière bien visible. Notre oreille percevait ces vibrations comme son, notre œil les perçoit comme mouvements.

108. Mettez en vibration un verre à vin en promenant légèrement la pointe du doigt mouillée tout autour du bord.

La pointe du doigt mouillée adhère au bord du verre; il faut donc exercer une traction pour entretenir le mouvement, car il faut continuellement arracher du verre la pointe du doigt. C'est ce travail qui met le verre en vibrations, et notre oreille les perçoit comme son. L'expérience réussit d'autant mieux que le verre est plus mince. Il suffit d'une très faible pression.

109. Répétez l'expérience précédente, mais avec le verre rempli d'eau, et observez de plus la surface de l'eau.

On voit l'eau se rider à la surface, il s'y produit comme de petites vagues. Ces vagues sont produites par les vibrations du verre que nous voyons ainsi de l'œil en même temps que nous les entendons avec l'oreille.

110. Frappez sur un verre à vin avec une baguette, et observez comment le son change quand on verse peu à peu de l'eau dans le verre.

Le mieux est de remplir le verre au moyen du siphon. L'introduction de l'eau gêne le verre dans ses mouvements, il

vibre donc plus lentement. Le verre vide faisant par exemple 1200 vibrations par seconde, le verre plein n'en fera peut-être que 1000. Cette diminution dans le nombre de vibrations se traduit par un changement dans le son: il devient plus bas.

De là, ce fait important: La hauteur d'un son ne dépend que du nombre des vibrations qu'il fait en une seconde; ce nombre augmente quand le son monte et diminue quand le son baisse.

On répétera la même expérience en faisant vibrer le verre avec le doigt, comme dans l'Exercice 108.

111. Frappez sur une cloche ou sur un verre à vin avec une baguette, et observez si la hauteur du son produit dépend de la force du choc.

On peut frapper plus ou moins fort sans que la hauteur du son varie; ce qui variera, ce sera l'intensité. Quand on frappe plus fort, on augmente l'amplitude des vibrations, mais non leur nombre. — On peut s'en convaincre encore plus simplement. On sait qu'un corps mis en vibration cesse de vibrer après quelque temps. Il se pourrait que les vibrations devinssent de plus en plus lentes à mesure que leur amplitude diminue: alors le son baisserait en même temps qu'il s'affaiblit. Or nous observons qu'il s'affaiblit sans baisser, donc le nombre de ses vibrations reste le même.

La Mécanique nous a offert un phénomène analogue. Le pendule fait sensiblement le même nombre d'oscillations quelle que soit leur amplitude c'est-à-dire la grandeur ou le nombre de degrés de l'arc décrit par le poids.

112. Frappez sur une cloche ou sur un verre à vin avec une baguette, et cherchez dans quelle position de l'oreille le son se perçoit le plus nettement.

L'oreille doit se trouver dans la direction des vibrations du corps sonore. Or la cloche vibre du dehors en dedans; la place la plus favorable où l'oreille puisse recevoir ces vibrations sera donc le plan qui passe par le bord du verre ou dans le voisinage de ce plan.

113. Placez une fine aiguille à tricoter sur une table de sorte qu'une partie dépasse le bord, et pressez fortement d'une main la partie posée sur la table. Alors, de l'autre main, faites vibrer la partie qui dépasse, et cherchez si la longueur de cette partie influe sur la hauteur du son.

L'expérience montrera qu'effectivement la hauteur du son dépend de la longueur de la partie vibrante. Plus cette partie est longue, plus lentement elle vibre, et plus le son est grave. Ici encore, le pendule suit une loi analogue; plus il est long, plus il oscille lentement.

114. Attachez un fil par un bout à un point fixe, tenez l'autre bout en main et tendez fortement le fil. Si alors avec un doigt on écarte le fil de côté à peu près au milieu et on l'abandonne brusquement, on entend un son. Observez la hauteur de ce son suivant que le fil est plus ou moins tendu.

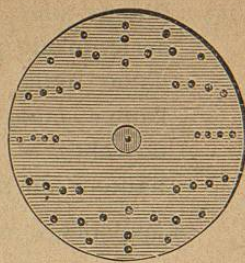
On attachera le fil par exemple à la poignée d'une porte. L'expérience montrera que le son monte à mesure que la tension augmente. Un même fil vibre donc d'autant plus vite qu'il est plus tendu.

115. Tendez fortement un fil entre deux points fixes, pincez-le à peu près au milieu, observez le son qui se produit, et examinez comment varie la hauteur de ce son lorsque le fil ne vibre qu'en partie.

La disposition la plus simple consiste à faire passer le fil tout autour de la feuille d'une table (donc moitié au-dessus, moitié au-dessous), nouer fortement les deux bouts ensemble et placer des morceaux de bois sur la table en dessous du fil. Celui-ci sera alors fortement tendu au-dessus de la table. — L'expérience montre que le son monte quand on raccourcit la partie vibrante du fil. D'où la loi suivante: Des fils vibrants, également tendus, donnent un son d'autant plus élevé qu'ils sont plus courts.

116. Fabriquer une sirène à trous.
(V. la fig.)

Découpez un disque circulaire de carton ayant 20 à 30 centimètres de diamètre; du centre de ce disque, décrivez 4 circonférences concentriques, sur lesquelles vous percerez des trous équidistants d'environ 5^{mm} de diamètre, au nombre de 8 pour le plus petit cercle, 10 pour le suivant, 12 pour le troisième et 16 pour le quatrième. Collez alors ou clouez le disque sur une bobine à fil à coudre, comme le montre la figure et enflez dans cette bobine un clou en guise de pivot. (Nous abandonnons cette construction à la réflexion et à l'adresse de chacun.) En enroulant un fil sur la bobine et le tirant rapidement, on imprimera au disque une rotation rapide. Soufflez alors sur une ligne de trous au moyen du tube en pointe, vous entendrez un son dont la hauteur dépend de la vitesse de rotation. — Comment se produit ce son? Le courant d'air lancé par la bouche à travers le tube vers le disque rencontre alternativement un trou et une partie pleine, il imprime donc à l'air situé derrière le disque une suite de chocs dont le nombre, en une seconde, dépend de la vitesse de la sirène. Ces chocs font vibrer l'air, les vibrations viennent frapper l'oreille et y éveillent la sensation du son.



116.

117. Bouchez l'un des bouts du tube large, faites parler le tube en soufflant avec la bouche, et observez le son produit.

Pour faire parler le tube, on le tient verticalement devant la bouche et l'on souffle obliquement contre le bord. (L'extrémité bouchée est alors en dessous, et le bout ouvert pressé contre la lèvre inférieure.) En soufflant plus ou moins fort, on entendra une série de sons, dus aux vibrations de l'air contenu dans le tube. Le plus grave de ces sons se nomme *son fondamental* du tube, les autres sont appelés *sons harmoniques* du premier.

Avec un peu d'adresse, on réussit également à faire parler le tube ouvert aux deux bouts.

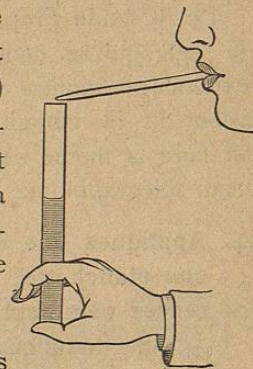
118. Examinez, en faisant l'expérience précédente, si la longueur du tube influe sur la hauteur du son. Pour cela, on remplira d'eau une partie du tube.

Bouchons donc du doigt le tube, remplissons-le d'eau environ aux trois quarts, et faisons-le parler en soufflant avec la bouche, comme il est indiqué au n° 117.

Remarquons la hauteur du son ainsi produit, versons un peu d'eau hors du tube, et soufflons sur le tube, ainsi allongé: le son sera plus bas que le précédent. — Le résultat de cette expérience est donc la loi suivante: le son fondamental d'un tube est d'autant plus grave que le tube est plus long.

119. Remplissez d'eau une partie du tube large, et faites le parler en soufflant avec le tube en pointe. (V. la fig.)

On cherchera d'abord, par tâtonnements, quelle direction doit avoir le courant d'air par rapport au bord du tube. La figure montre à peu près la position respective des deux tubes, la place juste ne peut être trouvée que par l'expérience.



120.

120. Avec la sarbacane composée d'après l'Exercice 31, démontrez que la longueur du tube détermine la hauteur du son produit par la détonation.

Le tube ayant 20^{cm} de longueur, pour que le tube de la sarbacane n'ait que 10^{cm}, on enfoncera l'un des pistons jusqu'au milieu du tube avant d'y placer l'autre, puis on enfoncera le premier jusqu'à ce que le second soit projeté. — Les essais montreront que le son produit par la détonation monte à mesure que le tube devient plus court.

121. Appliquez l'oreille à l'un des bouts d'une longue règle, pressez une montre sur l'autre bout, et observez comment le tic tac de la montre s'entend moins bien quand on enlève la règle, la distance de l'oreille à la montre restant la même.

Les ondes sonores se propagent mieux dans le bois que dans l'air. — On pourrait dire que le bois conduit mieux le son

ou est un meilleur conducteur du son que l'air. On peut aussi placer la montre à un bout d'une table et appliquer l'oreille à l'autre bout.

- 122. Attachez un corps solide assez lourd à un fil, prenez en bouche l'extrémité libre du fil, et traitez le poids sur le plancher en tendant bien le fil.

On entend très nettement le frottement. Le son se propage, par le fil tendu, jusqu'aux dents; d'où les vibrations aboutissent par divers intermédiaires à l'organe de l'ouïe.

- 123. Recommencez l'Exercice 114 avec cette différence qu'au lieu de tenir en main l'un des bouts du fil on l'attache à une règle qu'on applique contre l'oreille.

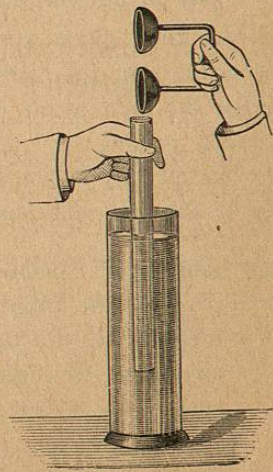
Le fil tendu propage bien les vibrations, il les communique à la règle qui les conduit à l'oreille presque sans intermédiaire. L'expérience montre que les moindres changements dans la tension du fil vibrant se font aussitôt sentir à l'oreille. — On peut faire la même observation en appliquant l'oreille contre un poteau télégraphique.

- 124. Appliquez une montre contre un cahier de papier ou une planchette, tenez le tout librement en l'air, et observez comment le tic tac s'entend distinctement à assez grande distance.

Les vibrations de la montre se communiquent au papier; l'air est ainsi mis en mouvement par une plus grande surface et se met à vibrer vivement.

- 125. Remplissez complètement d'eau la grande éprouvette à pied, enfoncez-y le tube large ou une cheminée de lampe et présentez une cloche en vibration à l'ouverture du tube en enfonçant ce dernier plus ou moins profondément. (V. la fig.)

En enfonçant le tube, on y diminue le volume de l'air. On arrive à une position déterminée pour laquelle on observe un renforcement du son de la cloche; la colonne d'air contenue dans le tube vibre alors en même temps.



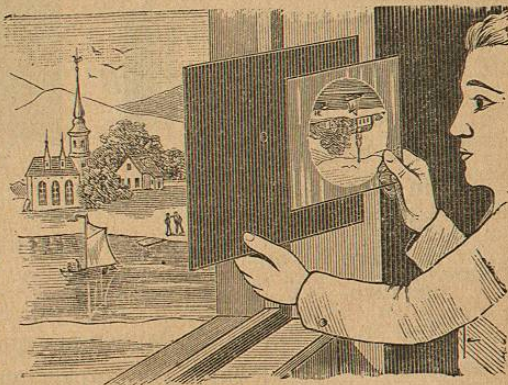
125.

On peut encore observer autrement le même phénomène. En enfonçant le tube dans l'eau, sifflez uniformément un même son devant l'ouverture. Bientôt viendra une position où le tube vibre avec le son émis, ou, comme on dit, parle à l'unisson. Cette position se reconnaît aisément, ne fût-ce que par facilité avec laquelle on peut alors siffler cette note. Si l'on peut alors faire parler le tube en soufflant avec la bouche, d'après l'Exercice 117, on remarquera que le son ainsi produit et la note sifflée sont exactement de même hauteur. (La construction des tuyaux d'orgue est une application de cette expérience.)

Le phénomène de la résonance d'une colonne d'air s'observe encore mieux en employant un diapason. On le tient au-dessus de l'ouverture du tube comme la cloche dans la figure. On trouvera aisément la position voulue.

Optique.

- 126. Percez une petite ouverture au milieu d'une feuille de papier noir, tenez cette feuille devant la fenêtre, recevez sur un écran transparent les rayons émis par les objets situés devant la fenê-



126.

tre après leur passage à travers l'ouverture, et comparez avec ces objets la position, la grandeur et la clarté de l'image produite sur l'écran. (V. la fig.)

On percera le trou avec une épingle. On tiendra la feuille de papier, le côté noir tourné vers l'écran. Pour celui-ci, on prendra du papier de soie ou mieux du papier huilé ou papier à calquer. L'image sur l'écran sera d'autant plus nette que