

A propagação de ondas em água é tudo menos simples. Recomenda-se a leitura da aula 51 nas *The Feynman Lectures on Physics, Volume I* que, como todas as outras *Feynman Lectures*, se encontra disponível electronicamente [[https://www.feynmanlectures.caltech.edu/I\\_51.html](https://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_51.html)]. A complicação principal deve-se à água ser um meio dispersivo.

Vamos considerar ondas na superfície da água, assumindo que as deformações da superfície da água são influenciadas pela aceleração da gravidade  $g$  e pela tensão superficial da água  $T$  (expressa em unidades de força por unidade de comprimento). Para um corpo de água com densidade constante  $\rho = 1 \text{ g cm}^{-3}$ , profundidade  $h$  também constante e no qual seja possível desprezar a viscosidade, é possível mostrar que a velocidade de fase  $v_\phi$  das ondas que se propagam na superfície da água é dada por:

$$v_\phi^2(k) = \left( \frac{g}{k} + \frac{Tk}{\rho} \right) \tanh(kh)$$

onde  $k = 2\pi/\lambda$  é o número de onda e  $\tanh(x)$  é a tangente hiperbólica de  $x$ .

- (i) Determine, em termos das grandezas do problema, o comprimento de onda  $\lambda_{\text{crit}}$  para o qual o efeito da tensão superficial da água é de magnitude idêntica ao efeito da gravidade. Sabendo que para água a  $20^\circ \text{ C}$  se tem  $\lambda_{\text{crit}} = 2 \text{ cm}$ , determine a tensão superficial da água.
- (ii) Considere os vários casos em que o comprimento de onda  $\lambda$  tem uma escala diferente (ou seja, é muito maior ou muito menor que) de  $\lambda_{\text{crit}}$  e  $h$ , comparando em cada caso as velocidades de grupo e de fase.
- (iii) Determine, justificando cuidadosamente, em que condições é possível transmitir sinais sem dispersão na superfície de um corpo de água.