

a) Llei de la refracció:

$$\frac{\sin \phi_1}{\sin \phi_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Prenem l'aigua com a medi 1 i l'aire com a medi 2  $\Rightarrow \phi_1 = 60^\circ; v_1 = 1500m/s; v_2 = 340m/s$   
Anem a trobar amb quin angle sortirà el so de l'aigua:

$$\phi_2 = \arcsin\left(\frac{v_2 \sin \phi_1}{v_1}\right) = 11,32^\circ$$

Per tant els grills i les llagostes podran sentir el so de les balenes, sempre que siguin molt properes a la costa i dalt d'un penya-segat, ja que el so surt amb un angle molt petit respecte la vertical i per tant amb una trajectòria molt vertical.

b) La freqüència no varia al passar d'un medi a un altre. La velocitat d'una ona ve donada per l'expressió:  $v = \lambda \nu$

Dins de l'aigua:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{1500}{20} = 75 \text{ m}$$

A l'aire:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{340}{20} = 17 \text{ m}$$

que correspon a la longitud d'ona a la que rebran el so.