

EXERCICI 3, opció 1

a)

0,5 p. L'angle límit (o crític) és l'angle d'incidència respecte de la normal de la interfície pel qual l'angle de refracció és de 90° , també respecte de la normal. A partir de la llei de Snell: $n_{\text{bloc}} \sin \theta_i = n_{\text{aire}} \sin \theta_r$.

Si l'angle refractat és 90° , l'angle d'incidència compleix: $\sin \theta_{\text{límit}} = \frac{n_{\text{aire}}}{n_{\text{bloc}}} \sin 90^\circ = \frac{n_{\text{aire}}}{n_{\text{bloc}}}$.

Per tant, l'angle límit serà: $\theta_{\text{límit}} = \arcsin\left(\frac{n_{\text{aire}}}{n_{\text{bloc}}}\right)$.

0,25 p. L'angle límit per a les dades del problema és: $\theta_{\text{límit}} = \arcsin\left(\frac{1}{1,58}\right) = 39,3^\circ$.

0,5 p. El fenomen de la reflexió total i l'angle límit no es pot donar si invertim els medis. En aquest cas, la llum passaria d'un índex de refracció petit a un índex gran i, per tant, l'angle refractat seria menor que l'incident. Matemàticament, es pot deduir de la llei de Snell:

$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$, recordant que la funció sinus creix amb l'angle per angles petits. Per al nostre cas concret, l'angle límit hauria de complir $\theta_{\text{límit}} = \arcsin\left(\frac{1,58}{1}\right)$, que no té solució.

b)

0,75 p. Per poder veure la moneda, la distància ha de ser menor que la que correspon a l'angle límit.

Per a distàncies més grans, tindrem reflexió total i no podrem veure la moneda.

La relació entre la distància d i l'angle d'incidència θ_i és:

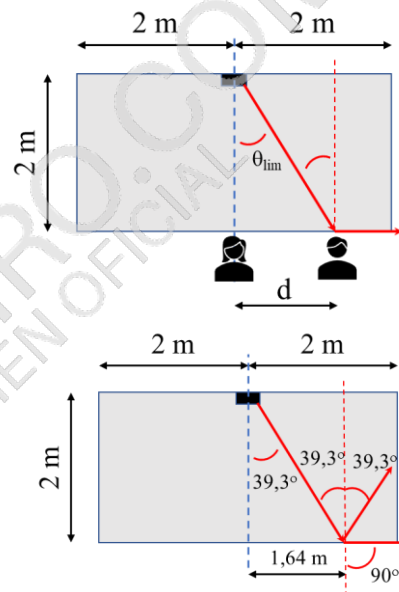
$$\tan(\theta_i) = \frac{d}{2}$$

Calculem la distància màxima, la d per l'angle límit

$\theta_{\text{límit}} = 39,3^\circ$: $d_{\text{max}} = 2 \cdot \tan(\theta_{\text{límit}}) = 2 \cdot \tan(39,3^\circ) = 1,635 \text{ m}$

0,5 p. Esquema: angle reflectit igual a l'incident i angle refractat de 90°

També és correcte indicar que no hi ha raig refractat.



EXERCICI 3, opció 2

a)

0,25 p. Ens diuen que la flauta travessera és un tub obert pels dos extrems. Les longituds ressonants seran: $\lambda_n = \frac{2L}{n}$ i utilitzant $\lambda \cdot f = v$; les freqüències ressonants seran $f_n = n \frac{v}{2L} = n \frac{343}{2 \cdot 0,67} = n \cdot 256 \text{ Hz}$. Per tant, el primer harmònic serà $f_1 = 256 \text{ Hz}$.

0,25 p. Igualment, per al tercer harmònic: $f_3 = 3 \cdot 256 \text{ Hz} = 768 \text{ Hz}$.

0,25 p. Tub amb els dos extrems oberts; té els ventres als extrems i la distància entre ventres de l'ona estacionària és mitja longitud d'ona, posició $x_V = n \frac{\lambda}{2}$. Els nodes entre ventres a mitja distància, $x_N = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}$.

0,25 p. Per al primer harmònic: $\frac{\lambda_1}{2} = 0,67 \text{ m}$; per tant: primer ventre: $x_{V1} = 0$; segon ventre: $x_{V2} = 0,67 \text{ m}$, Node: $x_{N1} = 0,335 \text{ m}$.

0,25 p. Per al tercer harmònic: $\frac{\lambda_3}{2} = 0,223 \text{ m}$; per tant:

Primer ventre: $x_{V1} = 0$

Segon ventre: $x_{V2} = 0,223 \text{ m}$

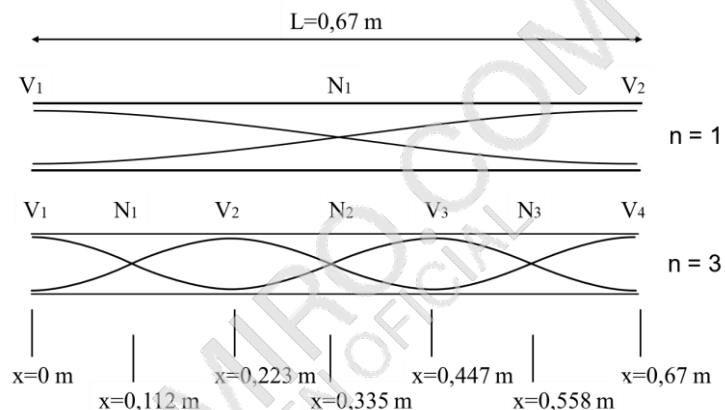
Tercer ventre: $x_{V3} = 0,447 \text{ m}$

Quart ventre: $x_{V4} = 0,67 \text{ m}$

Primer node: $x_{N1} = 0,112 \text{ m}$

Segon node: $x_{N2} = 0,335 \text{ m}$

Tercer node: $x_{N3} = 0,558 \text{ m}$



b)

0,4 p. En el cas extrem tancat - extrem obert, la longitud d'ona de les ones estacionàries compleix $\lambda_n = \frac{4L}{n}$ i les seves freqüències corresponents són $f_n = \frac{v}{\lambda_n} = n \frac{v}{4L}$ amb $n=1,3,5$.

Per tant, el primer mode de vibració correspon a $n=1$ i té longitud d'ona: $\lambda_1 = \frac{4 \cdot 0,67}{1} = 2,68 \text{ m}$ i freqüència $f_{n1} = \frac{343}{2,68} = 128 \text{ Hz}$.

0,35 p. El segon mode de vibració correspon a $n=3$ i té longitud d'ona: $\lambda_3 = \frac{4 \cdot 0,67}{3} = 0,893 \text{ m}$ i freqüència $f_3 = \frac{343}{0,893} = 384 \text{ Hz}$.

0,25 p. Dibuix del primer mode de vibració, harmònic fonamental.

0,25 p. Dibuix del segon mode de vibració.

