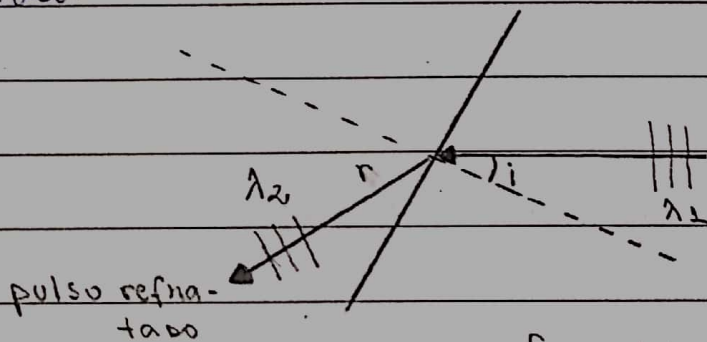


Exp 5

Introdução:

A propagação é um modo de transferência de energia, a propagação da onda ocorre de maneira contínua e sua equação fundamental é definida por $v = \lambda \cdot f$, sendo a velocidade v , comprimento de onda λ e f a frequência. Uma maneira experimental de se estudar a propagação das ondas se dá por uma cuba com água, a propagação do onda ocorre em cristais e vales, em que nos cristais das ondas funcionam como lentes convergentes e os vales como lentes divergentes. Através do sistema em uma cuba é possível se estudar os fenômenos de reflexão, difração, refração e interferência, a interferência pode ser tanto construtiva como destrutiva.



figura(1): Imagem fenômeno refração

Na figura, i é o ângulo de incidência e r o de refração fazendo a relação temos que $\frac{\sin(i)}{\sin(r)} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, sendo a

de de Snell, λ_1 é referente ao comprimento de onda do pulso incidente e λ_2 ao comprimento de onda do pulso refratado.

Metodologia.

Foram utilizados no experimento os seguintes materiais:

Distorsor, cuba com água, sistema de suporte para cuba, anteparo branco para folha A4, vibrador com medidor de frequência, objetos de acrílico em diferentes formas para anteparos, paquímetro e uma régua.

Para a montagem do sistema, foi colocada água na cuba ligada a fonte e variado a frequência do motor de vibrador após estabelecido um bom foco o motor foi desligado. Uma lâmina de acrílico transparente foi colocada no fundo do cuba e observada a imagem no anteparo, foi medida o fator de ampliação. Em seguida, foi feito em partes o estudo de cada fenômeno. Para a reflexão foram produzidas ondas planas com três frequências diferentes de 10, 20 e 30 Hz, após foi inserido a cuba um anteparo retilíneo com três ângulos diferentes e analisado as ondas incidentes e refletidas, por último foi inserido um obstáculo curvilíneo para ver as diferentes reflexões. Para o fenômeno da refração, foi produzida ondas planas com as frequências e inserido a placa de acrílico em relação a direção de propagação das ondas, foi analisado o espectro resultante. Para o fenômeno da interferência foi utilizado uma fonte pontual para obter o padrão resultante de 10, 20 e 30 Hz, em seguida foi utilizado duas fontes pontuais distintas de 5 cm com frequência de 10, 20 e 30 Hz e o mesmo processo foi realizado para distanciamentos de 7,5 e 10 cm. Para o fenômeno da difração, foi utilizado o gerador de ondas

planas com frequência de 10, 20 e 30 Hz, foi colocado um obstáculo reto com uma fenda na cuba e analisado a figura, após foi colocado um obstáculo reto com duas fendas em paralelo para se estudar a difração.

Análise de dados

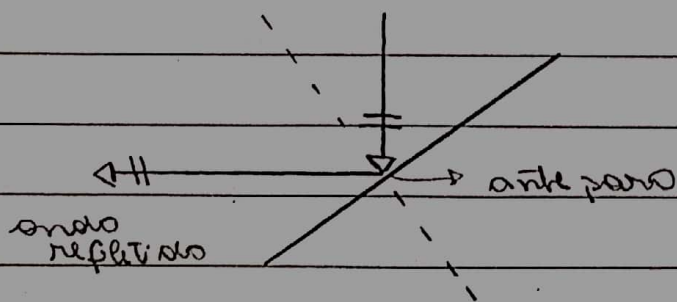
No cálculo da velocidade temer que:

$$v = \lambda \cdot f$$

Foram usadas as três frequências diferentes (10, 20 e 30 Hz). Como se trata de ondas em líquidos, foi relevado em consideração a profundidade na cuba, e como para as três casos a profundidade é a mesma, espera-se que os resultados sejam próximos uns dos outros.

Os valores obtidos das velocidades estão na tabela em anexo e a partir deles, foram obtidos valores de velocidade média, sendo $v_m = 0,47 \text{ m/s}$

No fenômeno de reflexão a onda encontra um anteparo e é refletida, como demonstrou a figura

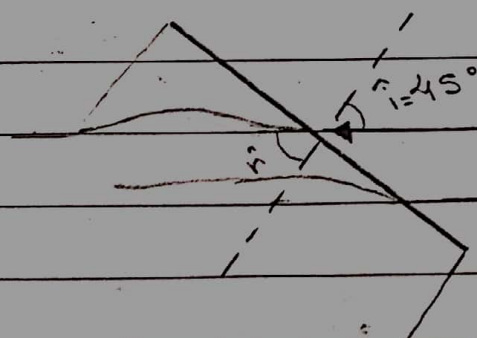


Observou-se que o ângulo de incidência e reflexão são iguais e que a soma deles é igual a 90° . Quando o ângulo do anteparo é zero, as ondas refletidas tem

o mesmo sentido, porém direção oposta as ondas incidentes. Já em relação ao obstáculo com ângulo de 30° e 45° de inclinação, percebe-se que as ondas refletidas percorrem uma trajetória com sentido diferente das ondas incidentes e quando comparado, observa-se uma pequena diferença na trajetória devido aos ângulos de 30° e outro ser 45° .

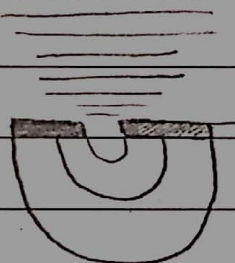
Quando utilizado um anteparo curvilíneo, as ondas refletidas se diferem, já que o ângulo tem uma diferença sobre a superfície do anteparo, e as ondas refletidas se propagam em formato circular.

No fenômeno da refração a profundidade também é levada em consideração, e diferente do fenômeno anterior com a mudança do anteparo a profundidade aumenta, e a distância entre as linhas também, causando com isto um aumento no comprimento de onda. Nesse caso, a frequência se mantém a mesma, determinada pelo vibrador. Quando se altera o ângulo da posição do anteparo, observam-se curvas nas projeções, determinando que as ondas que estão sobre o anteparo possui uma profundidade menor e com isso um comprimento de onda menor.

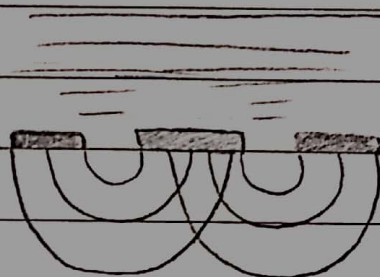


A refração condiz com o esperado teoricamente, comparando profundidades diferentes espera-se que a propagação tenha velocidades cada vez maiores nesse meio, enquanto isso, comprimentos de ondas maiores. Seguindo a lei de Snell é possível determinar o comprimento de onda refratado, assumindo ângulos de 45° .

Difração: Quando se tem um obstáculo no caminho da propagação, a onda tende a contorná-lo, no experimento a onda passa por uma fenda e com isso assume o formato circular, sendo mais visível conforme a largura da fenda diminui. Comparando as imagens com frequência de 30Hz , percebe-se que quanto mais próximo os valores de largura do fenda e comprimento do onda, mais a onda assume a forma arredondada.



1 fenda

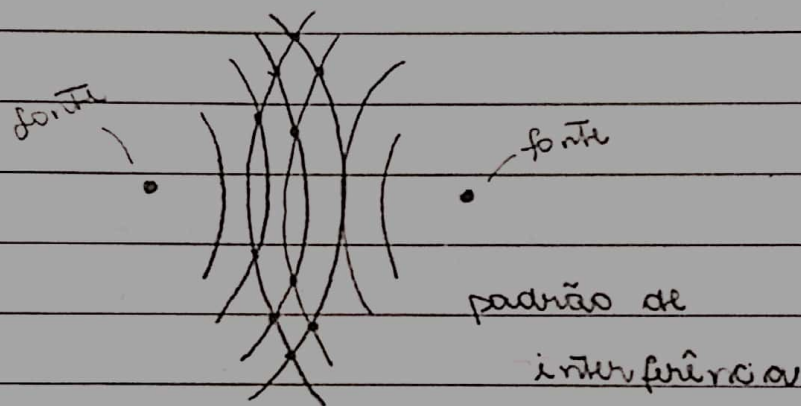


2 fendas

Utilizando duas fendas, temos o fenômeno de **interferência** construtiva e destrutiva entre as ondas.

Fazendo a análise de uma única fonte pontual, se observa a propagação do onda contínua, sem qualquer interferência, pois as interferências ocorrem quando as ondas se encontram. Com o uso de duas fontes pontuais

observar-se a propagação das ondas radialmente, em que nos pontos de interferência destrutiva ocorre a anulação da onda. Já nos pontos de interferência construtiva ocorre um aumento da amplitude. Observa-se também que quanto maior a distância das fontes e maior das outras, mais pontos de interferência são observados.

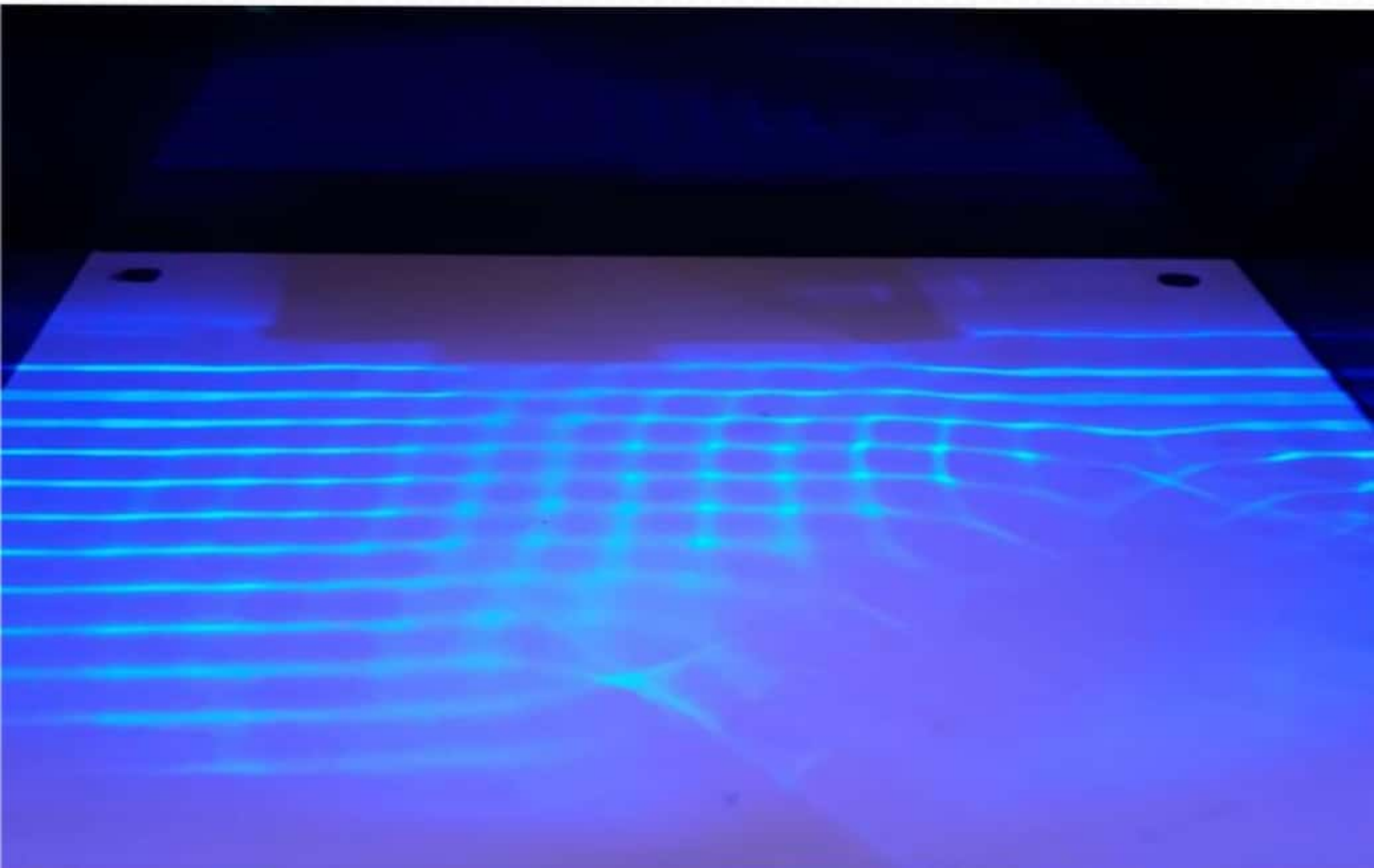


Conclusão

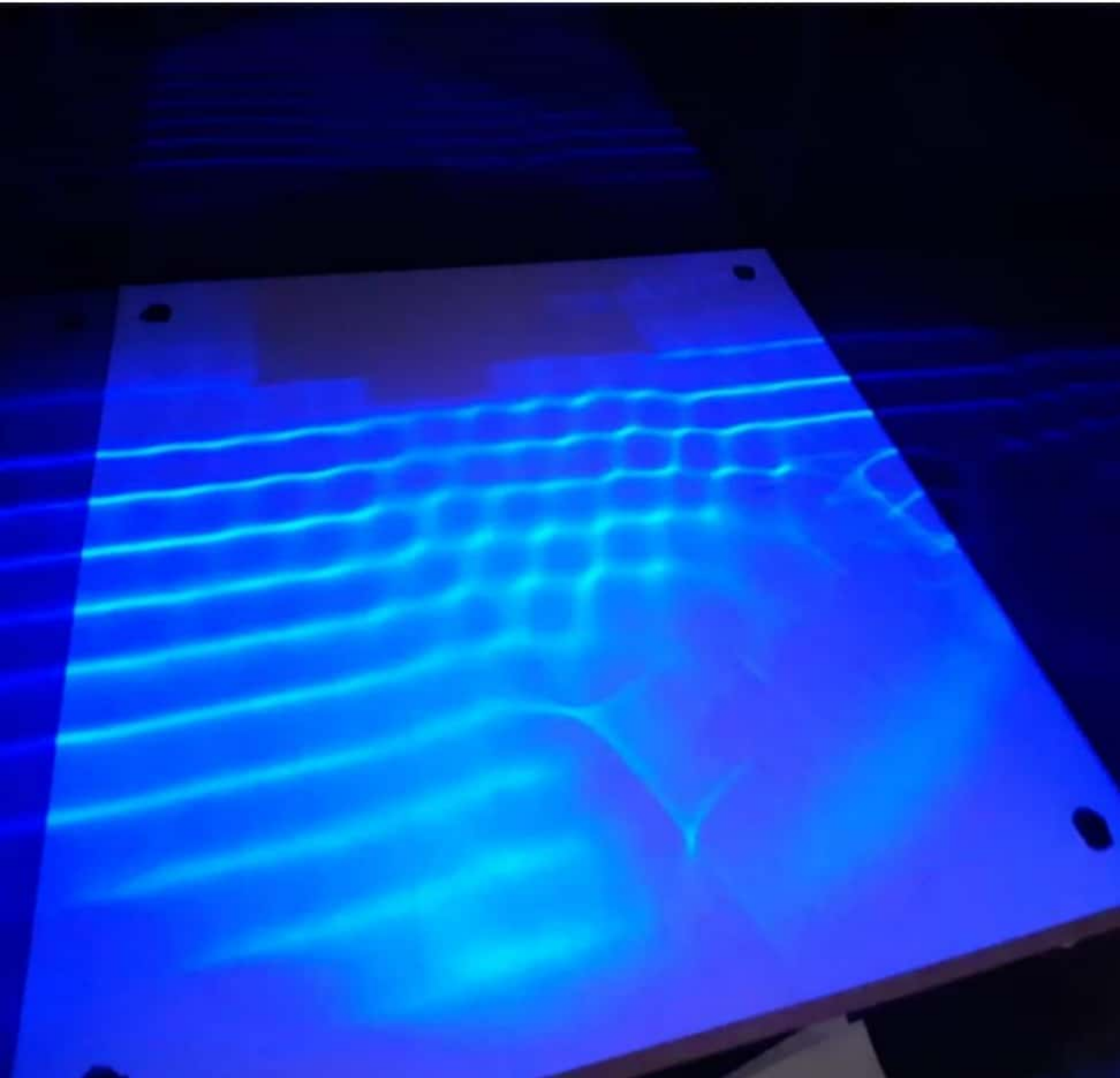
Com a realização do experimento foi possível observar os fenômenos ocorridos pelas ondas, através da análise e observação das fotos do experimento foi possível também se calcular a velocidade de propagação da onda. Os experimentos se aproximam da teoria de cada fenômeno, sendo assim realizado com sucesso.

Tabela			
Frequência	λ	$\lambda \text{ m}$	velocidade
10	4,31	0,0431	0,431
20	2,27	0,0227	0,454
30	1,80	0,018	0,54
			0,475

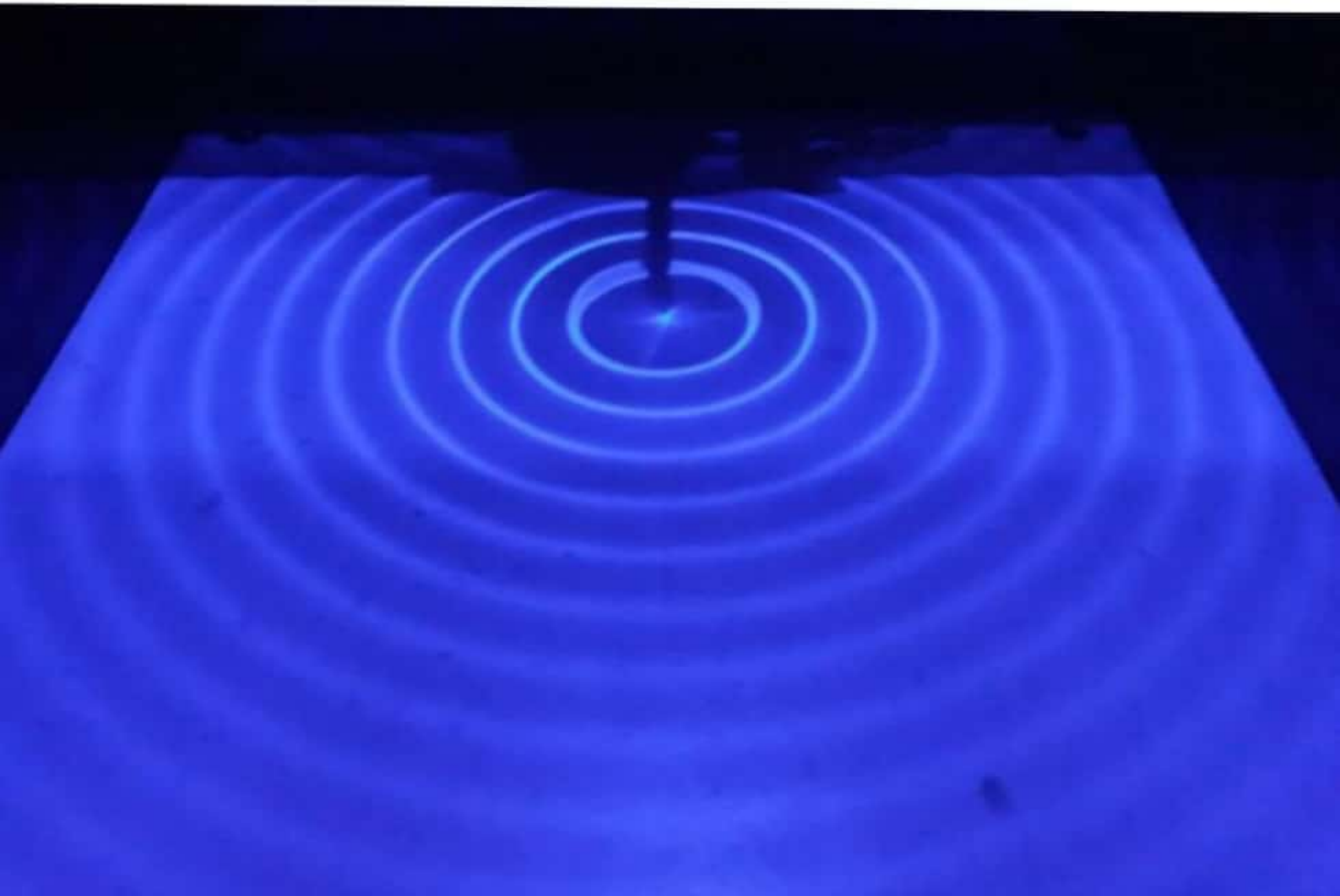
Refração



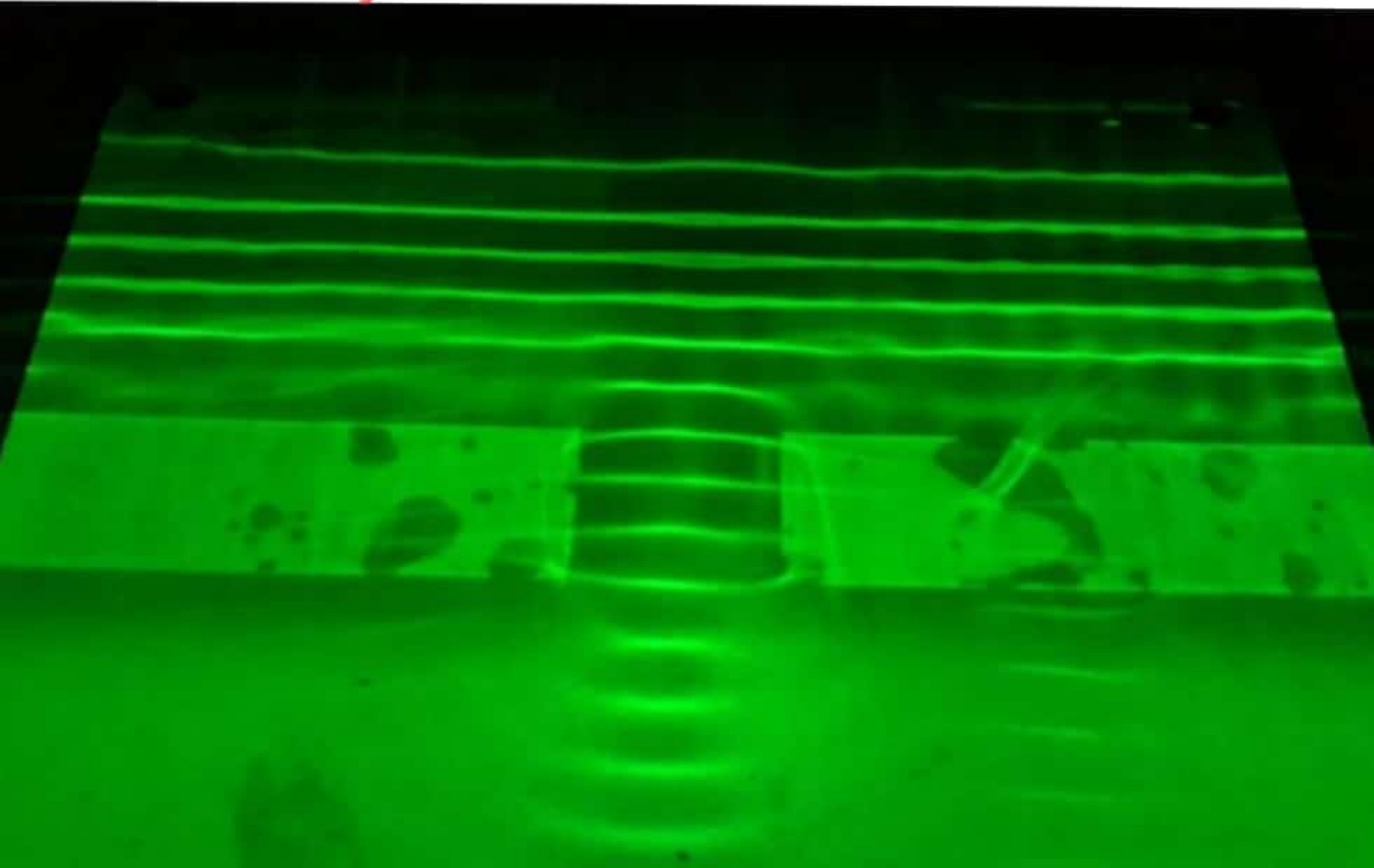
Reflexão



Interferência com uma fonte



Difração com duas fendas



Correção

Cálculo das velocidades:

• O fator de ampliação da imagem se do por:

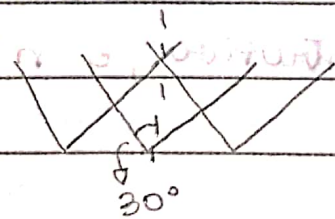
$$\alpha = \frac{1,81}{3,55} = 0,51$$

Com isso, a tabela é reescrita com os novos valores, sendo:

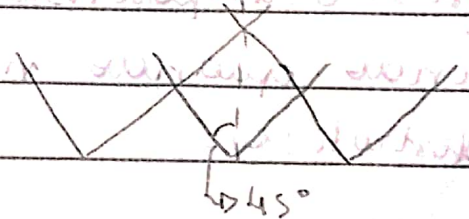
$f(\text{Hz}) = 20$	20	30
$\lambda_{\text{proj}}(\text{cm}) = 4,21$	$2,27$	$1,80$
$\lambda_{\text{real}}(\text{cm}) = 2,20$	$1,16$	$0,92$
$\lambda_{\text{real}}(\text{m}) = 0,0220$	$0,0116$	$0,0092$
$v(\text{m/s}) = 0,22$	$0,23$	$0,23$

Para a reflexão, com os ângulos de 30° e 45° é possível observar um padrão

em 30°



em 45°



na refração, usando $f = 20 \text{ Hz}$ o ângulo formado é de 45°

a frequência, é a mesma $f = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$

$$\therefore \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \rightarrow \lambda_2 = 0,92 \text{ cm}$$

Continuação do exercício

$$v_1 = 0,23 \text{ m/s} \quad \text{e} \quad v_2 = 0,19 \text{ m/s}$$

quanto menor a profundidade, menor a velocidade

$$\text{Para } f = 30 \text{ Hz} \text{ sendo } 45^\circ$$

$$\lambda_2 \cdot 1,29 = 0,92 \rightarrow \lambda_2 = 0,71 \text{ cm}$$

$$\text{Logo, } v_1 = 0,28 \text{ m/s} \quad v_2 = 0,21 \text{ m/s}$$

A partir da equação $v = \sqrt{gh}$ é possível calcular a velocidade da onda

$$f = 20 \text{ Hz} \quad - \quad 45^\circ$$

$$h_1 = 0,54 \text{ cm} \quad \text{e} \quad h_2 = 0,37 \text{ cm}$$

• Espessura aproximada da placa = $h_1 - h_2 = 0,17 \text{ cm}$

Para interferência $|D_a - D_b| = n \cdot \frac{\lambda}{2}$ permite definir se a interferência é destrutiva² ou construtiva sendo quando n for par, construtiva, e n = ímpar destrutiva.