

Instruccions: Obriu la pràctica de l'entorn *PHET* corresponent a ones.

1 Part pràctica

1. Trieu el primer applet, anomenat **Waves**.

- (a) Exploreu els comandaments que apareixen a l'applet per tal de tenir una primera impressió del que fa cadascun d'ells. Resetejeu l'applet un cop hagueu explorat les diferents opcions.
- (b) En aquestes condicions tindrem l'aixeta que goteja com a generador de les ones.
- (c) Pitjeu el botó verd de l'aixeta. Deixeu activada l'opció per defecte del goteig continu i *Top view*. Observeu com les gotes que cauen generen ones bidimensionals circulars a la superfície de l'aigua.
- (d) Seleccioneu ara l'opció *Side view* i un valor relativament gran per l'amplitud (no cal que sigui el màxim). fixeu un valor de la freqüència i no el canvieu.
- (e) Noteu com l'applet mostra l'efecte de l'atenuació de les ones. Recordeu en què consistia aquest efecte consultant si cal els apunts.
- (f) Seleccioneu i arrossegeu a la dreta del dipòsit el mesurador de nivell d'aigua. Amb l'applet aturat, situeu les sondes en dues crestes consecutives de l'ona. Com s'anomena la distància que les separa? Activeu l'applet per assegurar-vos que les sondes estan situades de forma prou precisa. Com ho podem saber mirant la gràfica del detector?
- (g) Feu servir la cinta mètrica per mesurar (amb l'applet aturat si voleu) la distància entre els centres de les sondes. Noteu quins són els punt útils de la cinta mètrica per fer la mesura correctament. Amb ajuda del cronòmetre calculeu el temps que tarda a fer una oscil·lació completa un punt qualsevol de la superfície de l'aigua (podeu fer servir el que marca una de les sondes per tenir la màxima precisió). Preneu al menys 5 mesures d'aquest temps i calculeu el valor mitjà. Com s'anomena aquest temps que heu mesurat?
- (h) Fent servir la distància i temps mesurats en l'apartat anterior apliqueu la fórmula

$$e = vt$$

per calcular el paràmetre v . Què representa?

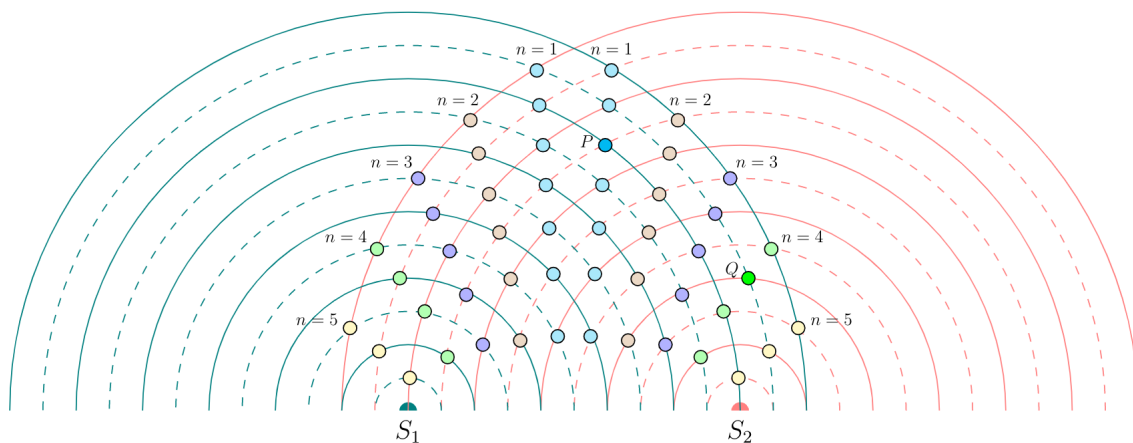
- (i) Canvieu ara el valor de la freqüència sense alterar la posició de les sondes i observeu què succeeix amb les lectures que aquestes ofereixen ara. Què ha passat i perquè? Quins dels paràmetres de l'ona que s'està propagant per l'aigua ha canviat? Quins no?

2. Trieu ara el segon applet, anomenat *Interference*

- Fixeu una separació de 3 cm entre les aixetes. i pitgeu els botons verds per tal que comencin a gotejar.
- Feu servir el detector de nivell d'aigua i situeu les sondes (al llarg de la línia mitja horitzontal que divideix el dipòsit) en dos punts de forma que les corbes que generen cadascuna d'elles quedin superposades. Perquè no tenen la mateixa altura?
- En les condicions de l'apartat anterior, canvieu el valor de l'amplitud de l'ona. Hi ha cap canvi en les gràfiques que proporcionen les sondes?
- Mesureu amb la cinta mètrica la distància entre les sondes i calculeu diverses vegades el temps que tarda una oscil·lació per tenir un valor mitjà. Calculeu la velocitat amb que es propaga l'ona.
- Fent servir una sola sonda proveu de trobar algun punt on es produeixen interferències destructives. Reviseu quina era la condició perquè es produeixi aquest tipus d'interferència.
- Feu servir la cinta mètrica per calcular la distància entre el punt trobat a l'apartat anterior i cadascuna de les aixetes i verifiqueu que la diferència de camí trobada satisfà la condició d'interferència destructiva.

2 Ampliació teòrica

Suposem que tenim dos focus puntuals que emeten (en fase) amb la mateixa freqüència i amplitud un pols. Representem les crestes de les ones generades amb una línia sòlida i les valls amb una línia discontinua. S'observa que allà on es trobin una cresta i una vall es produirà una interferència destructiva. És comú agrupar aquests punts en línies anomenades *nodals*, tal com es veu a la figura. Les línies nodals apareixen de forma simètrica i en funció de la separació entre les fonts i la seva longitud d'ona apareixerà també una línia nodal just sobre la bisectriu dels focus. S'acostuma a etiquetar les línies nodals tal com s'indica. En el cas que tinguéssim la bisectriu, podem assignar-li $n = 0$.



Considerem ara el punt P situat sobre la primera línia nodal del semiplà que conté el focus S_2 , la distància d'aquest punt a ell val $PS_2 = 4,5\lambda$ i la distància al focus S_1 val $PS_1 = 5\lambda$ de forma que la diferència de camí serà

$$|PS_2 - PS_1| = 0,5\lambda = \frac{1}{2}\lambda$$

Aquesta condició es compleix per qualsevol punt de la línia $n = 1$, com és fàcil comprovar. Si ara considerem el punt Q , la seva distància al focus S_2 val $QS_2 = 2\lambda$ i al focus S_1 , $QS_1 = 5,5\lambda$ de forma que la diferència de camí per Q és

$$|QS_2 - QS_1| = 3,5\lambda = \frac{7}{2}\lambda$$

i és la mateixa per qualsevol punt de la línia $n = 4$. Tindrem, en resum, que donada una línia nodal n i per qualsevol punt P_n sobre ella, es complirà

$$|P_n S_2 - P_n S_1| = \left(n - \frac{1}{2}\right)\lambda$$

D'aquesta manera es pot trobar experimentalment la longitud d'ona calculant la diferència de camí d'un punt sobre una línia nodal qualsevol.

Es pot fer una anàlisi semblant per les línies (anomenades *antinodals* on es produeix interferència constructiva) però a nivell de nomenclatura ha de estar clar que les línies nodals són les associades a interferència destructiva.