



10^{ma} Olimpiada Metropolitana de Física
Departamento de Física
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UBA
6 de septiembre de 2016
Nivel único



10^{ma} Olimpíadas Metropolitanas de Física

Nivel único
Prueba de desarrollo

- Chequee que el nivel de su prueba sea adecuado.
- No se pueden usar libros ni apuntes.
- El problema de desarrollo representa un 40 % del puntaje total.
- Resuelva el ejercicio en hojas aparte con su nombre y entréguelas.



Effecto Doppler

There is another physical law that teases me, too: the Doppler Effect. The sound of anything coming at you — a train, say, or the future — has a higher pitch than the sound of the same thing going away. If you have perfect pitch and a head for mathematics, you can compute the speed of the object by the interval between its arriving and departing sounds. I have neither perfect pitch nor a head for mathematics, and anyway who wants to compute the speed of history?

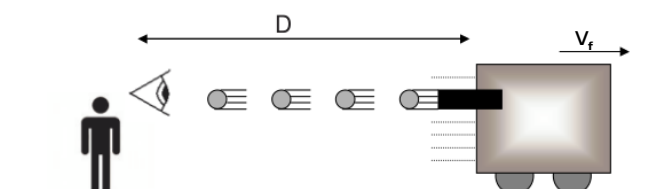
Hay otra ley física que me molesta: el efecto Doppler. El sonido de cualquier cosa que viene hacia vos — un tren, digamos, o el futuro — tiene una nota más aguda que el sonido de esa misma cosa yéndose. Si tenés un oído absoluto y cabeza para las matemáticas, podés calcular la velocidad del objeto a través de la diferencia entre el sonido cuando llega y cuando se va. Yo no tengo ni oído absoluto ni una cabeza para las matemáticas y, de todos modos, ¿quién querría calcular la velocidad de la historia?

Wallace Stegner “Angle of Repose”, 1971

El efecto Doppler es un fenómeno típico de las ondas. De acuerdo a este efecto, la frecuencia de una onda varía de acuerdo a las velocidades del emisor y del receptor. En el caso del sonido esto se puede notar fácilmente, ya que la frecuencia está asociada con la tonalidad del sonido: a más alta frecuencia, más aguda la nota. Muchas veces apreciamos este efecto al pasar una ambulancia o con carreras de autos; como uno de estos ejemplos, está el video que reproducimos durante este ejercicio.

El estudio de las ondas tiene sus complejidades, pero vamos a utilizar una analogía mecánica del efecto Doppler. En vez de considerar que el auto del video emite una onda de frecuencia f , vamos a considerar que dispara “pelotitas” todo el tiempo, con un tiempo de espera entre pelotita y pelotita de T_{fuente} [este tiempo de espera es el período de la onda, que se relaciona con la frecuencia de la onda original a través de $T = 1/f$]. A su vez, la velocidad a la que las pelotitas se mueven en el aire es c [en el caso de las ondas de sonido, sería la velocidad del sonido en el aire].

Para estudiar entonces el efecto Doppler con esta analogía, vamos a suponer un caso en el que el auto se aleja a una velocidad constante v_f de un observador que esta parado, en reposo. Consideramos que a tiempo t_0 , el observador y el auto están a una distancia D , como en la figura.





En un caso que se asemeja al del video, la velocidad del auto (la fuente) es $v_f = 60$ km/h y la bocina tiene una frecuencia de $f_{fuente} = 200$ Hz. La velocidad del sonido en el aire es $c = 340$ m/s. Vamos a estudiar el caso en el que la distancia inicial es $D = 34$ m.

Pregunta 1

¿Cuánto vale el período de esta bocina?

Pregunta 2

Una pelotita que sale del auto a tiempo $t_0 = 0$, ¿a qué tiempo t_1 llega al observador?

Pregunta 3

¿A qué tiempo sale la siguiente pelotita? En ese momento, ¿a qué distancia se encuentra el auto del observador?

Pregunta 4

¿A qué tiempo t_2 llega esa pelotita al observador?

Pregunta 5

¿Cuál es el período $T_{obs} = t_2 - t_1$? ¿Con qué frecuencia f_{obs} llega el sonido, de acuerdo a nuestra analogía mecánica? ¿Cómo se compara con la frecuencia de la fuente f_{fuente} ?

Pregunta 6

¿Cómo explican el sonido que escuchamos, en el video, cuando se acercaba y se alejaba? *Extra:* ¿Por qué el sonido del auto no cambia abruptamente?