王紫嫣　2013301510087　物理学基地班

波动的传播

一、　提出问题

探究在不同初始条件以及边界条件下的波动情况

二、　分析问题

根据波动方程

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$$

有了基本的运动方程，那么下面可将它离散化为

$$\frac{y(i,n+1)+y(i,n-1)-2y(i,n)}{(\Delta t)^2} \approx c^2\left[\frac{y(i+1,n)+y(i-1,n)-2y(i,n)}{(\Delta x)^2}\right]$$

而在波动方程中需要给定初始条件，那么对于初始状态下，从$i = 1$到$i = 1000$我们都是已知的。

那么只需要求出$n + 1$时刻与n时刻的关系便可迭代出初始状态之后的波动情况。即

$$y(i,n+1) = 2\left[1 - r^2\right]y(i,n) - y(i,n-1) + r^2[y(i+1,n) + y(i-1,n)]$$

这就是迭代公式。

而我们需要的就是初始条件和边界条件。

从迭代公式中可以看出，需要两个初始条件，分别在$n - 1$时刻与n时刻。

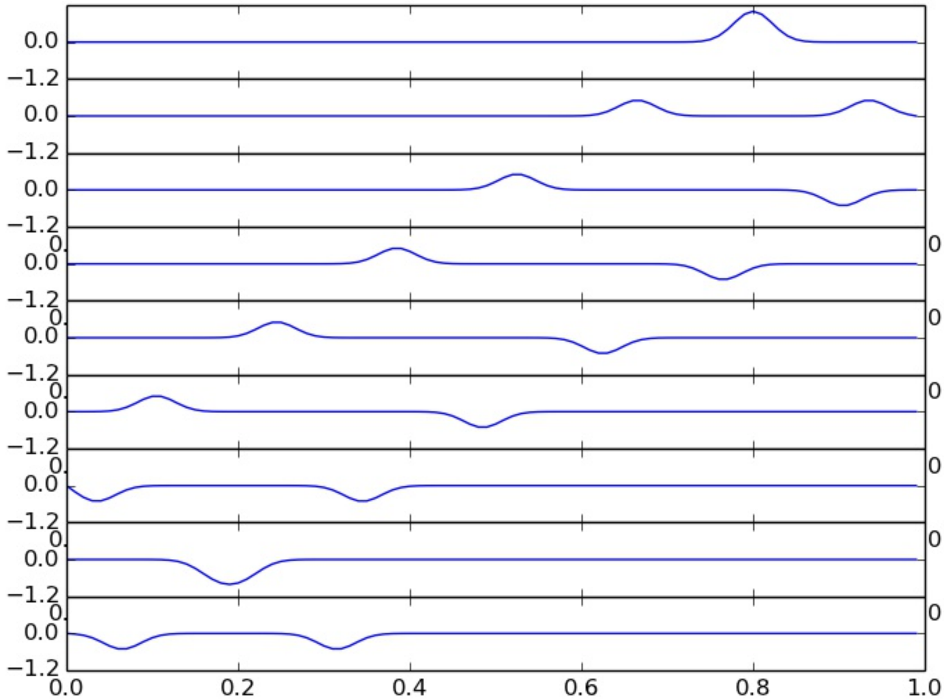
三、　伪代码

- 取初始条件
- 取常数$r = c\Delta t/\Delta x$
- 迭代得下一时刻波动情况
  - 从$i = 1$到$i = M - 1$重复迭代公式
    - $y(i,n+1) = 2\left[1 - r^2\right]y(i,n) - y(i,n-1) + r^2[y(i+1,n) + y(i-1,n)]$
  - 在$i = 0$和$i = M$处取边界条件
- 重复上述迭代过程，得到一段时间序列中的波动情况
- 绘图表现

四、　结果分析

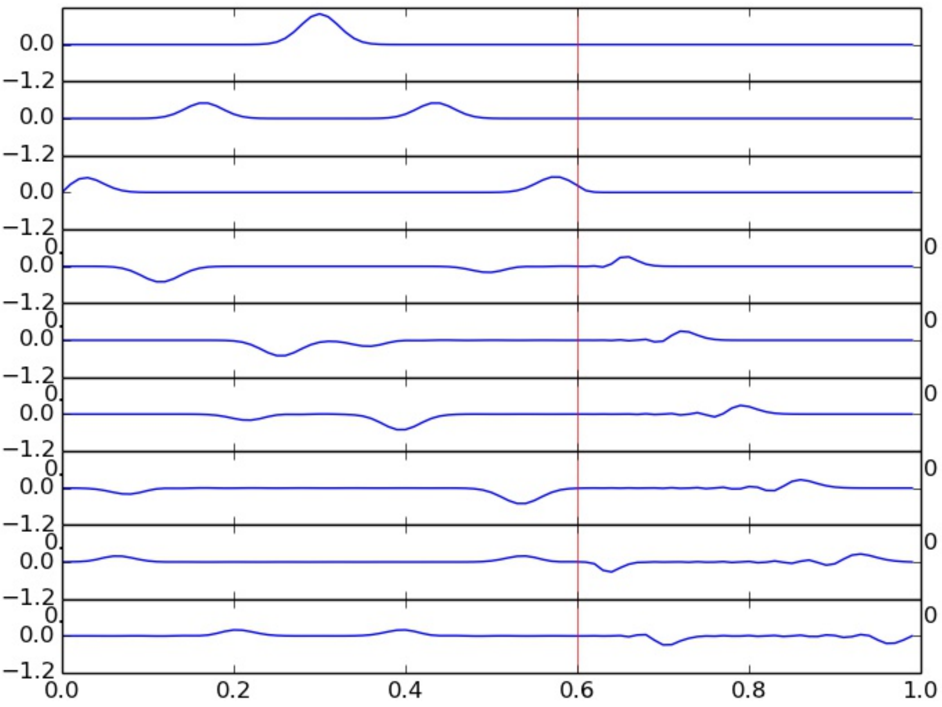
1.　固定边界

首先我们看两端固定不动，初始状态为一个高斯波包的状态



可以看到跟课本上一样，分成了两个向相反方向前进的波，在边界处反射振幅反向

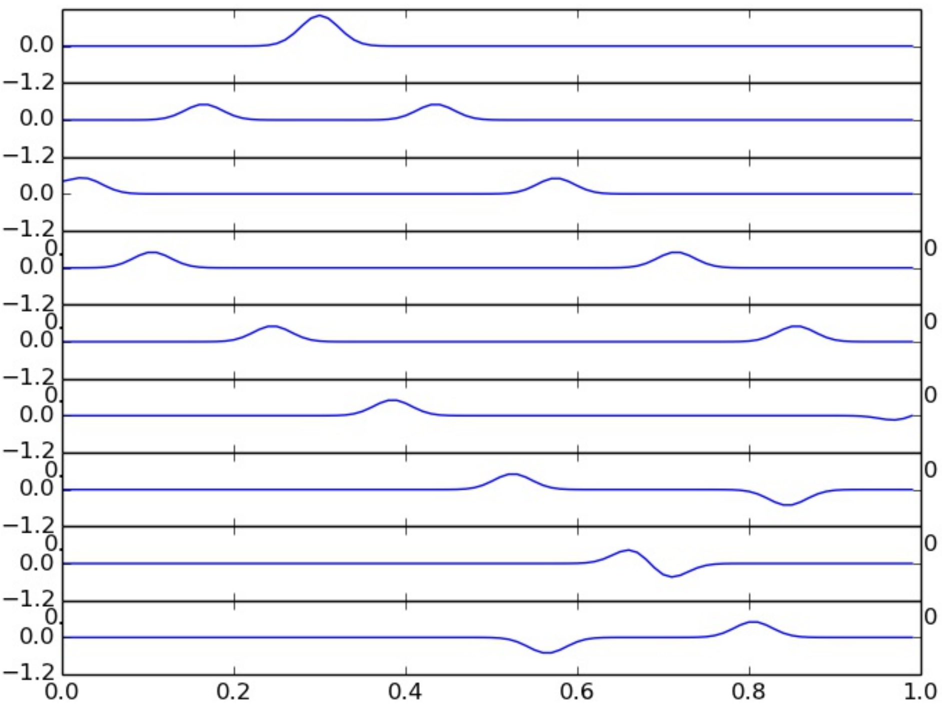
下面，我们取 x=0.6 的位置为一个界面，右边波速是左边波速的一般，即光疏介质入射到光密介质



可以看到，在界面处有反射现象出现。

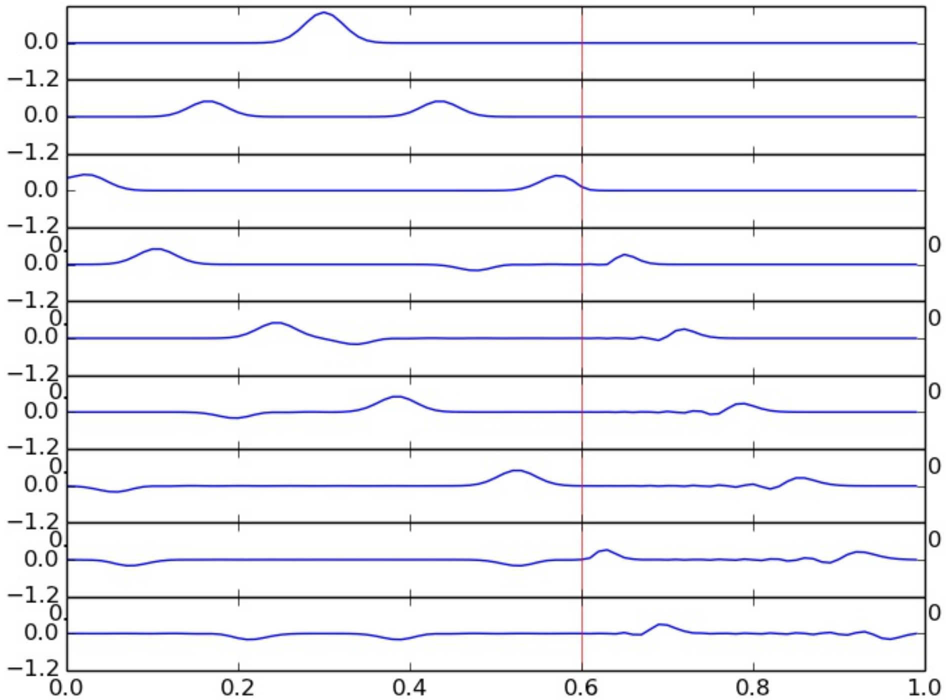
2.　一端自由

我们取左端自由，右端固定。初始条件还是高斯波包，有



可以看到当左端自由时，反射后振幅不再反向。

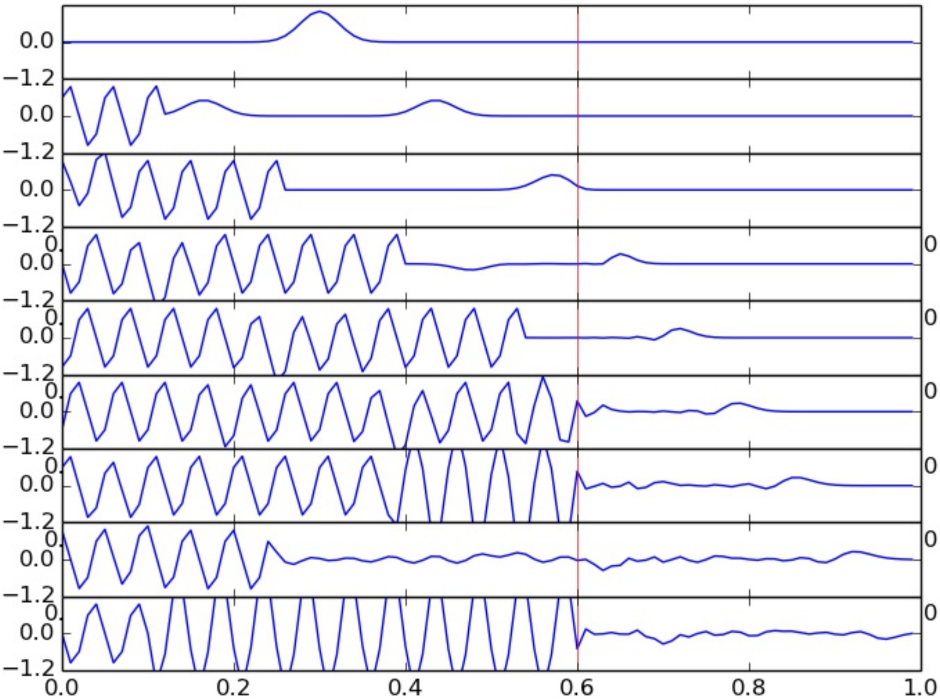
那么在 x=0.6 处加上界面会怎么样呢？



可以看到，界面上的结果如同两端固定时。除了透射波包还有一个反射波包，而反射波包的振幅反向。

3. 运动边界

我们取右端固定，而左端做简谐运动。而在 x=0.6 处是界面，会有什么现象出现呢？



可以看到，由于程序问题现象与实际情况不符。不过可以大概看到一点信息，左端的正弦波向右传播，与向左进行的波包叠加。然后当正弦波传播到界面后，透射波的振幅减小，并产生了反射波，与入射波叠加。