

Задание 9.2. «Запаздывание»

Все взаимодействия, все сигналы распространяются с конечной скоростью, поэтому любая воспринимаемая нашими органами чувств и приборами информация «запаздывает»: то, что мы видим «сейчас», на самом деле произошло «раньше». Нам повезло – скорость света настолько велика, что упомянутое «запаздывание» практически не оказывает никакого влияния на наше поведение. Тем, не менее, в некоторых случаях его необходимо учитывать. Этой проблеме и посвящена данная задача.

Положение некоторого тела (объекта наблюдения), движущегося вдоль прямой, определяется с помощью сонара (звукового радара). Сонар посылает очень короткий звуковой сигнал в виде сферической волны и улавливает отраженную от тела волну. Скорость распространения волны известна и равна c . Сонар фиксирует время, когда послан сигнал – t_0 и время прихода отраженной волны – τ . Будем считать, что сигналы сонара каким-то образом различаются, поэтому компьютер сонара в момент регистрации отраженного сигнала точно «знает», когда именно этот сигнал был послан. Затуханием сигнала можно пренебречь. Введем ось координат Ox , начало которой совместим с сонаром. Будем рассматривать тела, движущиеся вдоль этой прямой. Размеры сонара и объекта достаточно малы, поэтому возможно, что объект проходит в непосредственной близости от сонара. Считайте, что время наблюдения изменяется от минус до плюс бесконечности. Для определения положения тела приняты следующие правила: положение тела в момент прихода отраженного сигнала задается регистрируемым направлением на объект наблюдения, а расстояние до него рассчитывается по формуле

$$r' = c \frac{\tau - t_0}{2}. \quad (1)$$

Определенное по этим правилам положение тела будем называть *изображением* объекта.

2.1. Пусть наблюдаемое тело движется равномерно вдоль оси Ox . Закон движения тела имеет вид

$$x = x_0 + v_0 t. \quad (2)$$

2.1.1 Определите скорость движения изображения тела. **2.1.2** Найдите закон движения изображения. Постройте графики законов движения объекта и его изображения.

Рассмотрите различные варианты начального положения и направления движения тела. Отдельно рассмотрите случай, когда скорость движения объекта будет больше скорости звука. А может изображений будет несколько?

2.2 Наблюдаемое тело движется равноускоренно вдоль оси Ox . Закон движения тела имеет вид

$$x = \frac{at^2}{2}. \quad (3)$$

2.2.1 Найдите закон движения изображения. Постройте схематические графики законов движения объекта и его изображения.

¹ Все кинематические характеристики движения изображений будем «штриховать»

² Сигнал распространяется во все стороны пространства, но только «из прошлого в будущее».

³ В реальности, такая ситуация не очень приятна, как для объекта, так и для наблюдателя. Но в рамках нашей модели материальных точек, будем считать, что наши «герои» успешно разойдутся. Более правдоподобная ситуация будет рассмотрена чуть позже.

⁴ Не будем обсуждать, можно ли реально зарегистрировать оба отраженных сигнала – в нашем рассмотрении затуханием сигнала пренебрегаем.