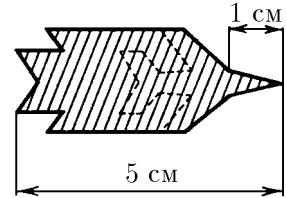


Глава 1

Кинематика

§ 1.1. Движение с постоянной скоростью

◇ 1.1.1. На рисунке¹ приведена «смазанная фотография» летящего реактивного самолёта. Длина самолёта 30 м, длина его носовой части 10 м. Определите по этой «фотографии» скорость самолёта. Время выдержки затвора 0,1 с. Форма самолёта изображена на рисунке штриховой линией.



К задаче 1.1.1

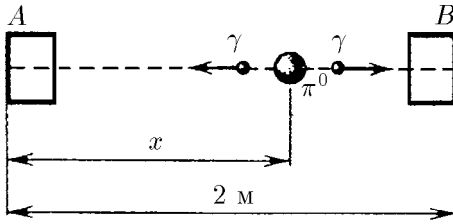
1.1.2. Радиолокатор определяет координаты летящего самолёта, измеряя угол между направлением на Северный полюс и направлением на самолёт и расстоянием от радиолокатора до самолёта. В некоторый момент времени положение самолёта определялось координатами: угол $\alpha_1 = 44^\circ$, расстояние

$R_1 = 100$ км. Через промежуток времени 5 с после этого момента координаты самолёта на радиолокаторе следующие: угол $\alpha_2 = 46^\circ$, расстояние $R_2 = 100$ км. Изобразите в декартовой системе координат с осью y , направленной на север, и с радиолокатором в начале координат положение самолёта в оба момента времени; определите модуль и направление его скорости. Угол отсчитывайте по часовой стрелке.

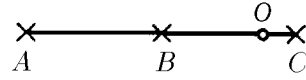
1.1.3. Через открытое окно в комнату влетел жук. Расстояние от жука до потолка менялось со скоростью 1 м/с, расстояние до стены, противоположной окну, менялось со скоростью 2 м/с, до боковой стены — со скоростью 2 м/с. Через 1 с полёта жук попал в угол между потолком и боковой стеной комнаты. Определите скорость полёта жука и место в окне, через которое он влетел в комнату. Высота комнаты 2,5 м, ширина 4 м, длина 4 м.

◇ 1.1.4. Счётчики A и B , регистрирующие момент прихода γ -кванта, расположены на расстоянии 2 м друг от друга. В некоторой точке между ними произошёл распад π^0 -мезона на два γ -кванта. Найдите положение этой точки, если счётчик A зарегистрировал γ -квант на 10^{-9} с позднее, чем счётчик B . Скорость света $3 \cdot 10^8$ м/с.

¹ Условным знаком ◇ указаны задачи и ответы, снабжённые рисунками.



К задаче 1.1.4



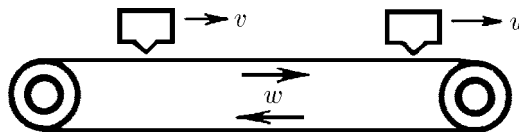
К задаче 1.1.5

◇ 1.1.5*. Три микрофона, расположенные на одной прямой в точках A , B , C , зарегистрировали последовательно в моменты времени $t_A > t_B > t_C$ звук от взрыва, который произошёл в точке O , лежащей на отрезке AC . Найдите отрезок AO , если $AB = BC = L$. В какой момент времени произошёл взрыв?

1.1.6. Спортсмены бегут колонной длиной l со скоростью v . Навстречу бежит тренер со скоростью $u < v$. Каждый спортсмен, поравнявшись с тренером, разворачивается и начинает бежать назад с той же по модулю скоростью. Какова будет длина колонны, когда все спортсмены развернутся?

1.1.7. С подводной лодки, погружающейся вертикально и равномерно, испускаются звуковые импульсы длительностью τ_0 . Длительность приёма отражённого от дна импульса τ . Скорость звука в воде c . С какой скоростью погружается подводная лодка?

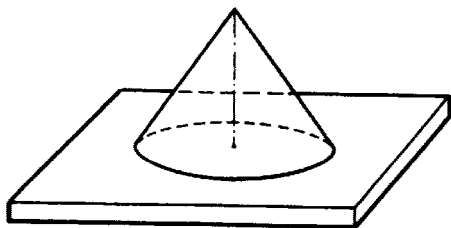
◇ 1.1.8. Лента транспортера имеет скорость w . Над лентой движется автомат, выбрасывающий ν шариков в единицу времени. Шарики прилипают к ленте. Счётчик шариков с фотоэлементом считает только шарик, прошедшие непосредственно под ним. Сколько шариков сосчитает счётчик за единицу времени, если скорость автомата $v < w$, скорость счётчика $u < w$?



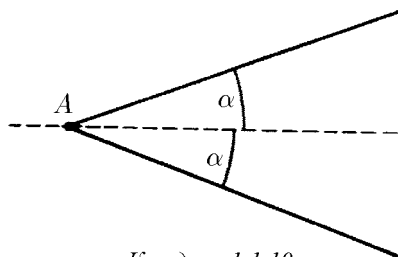
К задаче 1.1.8

1.1.9. а) Из взрывчатого вещества изготовлен стержень длиной l . Скорость детонации (скорость вовлечения во взрыв новых участков взрывчатого вещества) равна v , а скорость разлёта продуктов взрыва $u < v$. Как изменяется со временем область, занятая продуктами взрыва, если стержень подрывается с одного из концов? Сделайте рисунок.

◇ б)*. Из этого же взрывчатого вещества нужно изготовить такую тонкостенную коническую оболочку, чтобы при подрыве её с вершины продукты взрыва одновременно ударили по плите. Какой угол между осью конуса и образующей нужно выбрать?



К задаче 1.1.9



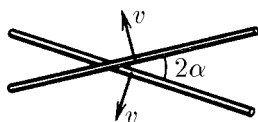
К задаче 1.1.10

◇ **1.1.10***. По прямому шоссе идёт автобус с постоянной скоростью v . Вы заметили автобус, когда тот находился в некоторой точке A . Из какой области около шоссе вы можете догнать этот автобус, если скорость вашего бега $u < v$? Нарисуйте эту область для $u = v/2$.

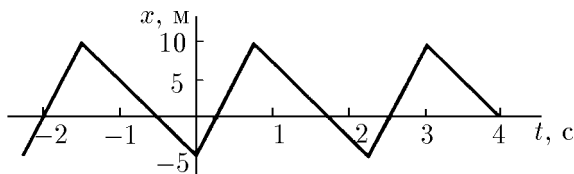
1.1.11*. Сверхзвуковой самолёт летит горизонтально. Два микрофона, находящиеся на одной вертикали на расстоянии l друг от друга, зарегистрировали приход звука от самолёта, пролетающего над микрофонами, с запаздыванием времени Δt . Скорость звука в воздухе c . Какова скорость самолёта?

◇ **1.1.12**. Два стержня пересекаются под углом 2α и движутся с равными скоростями v перпендикулярно самим себе. Какова скорость точки пересечения стержней?

◇ **1.1.13**. По графику зависимости координаты от времени постройте график зависимости скорости от времени.



К задаче 1.1.12

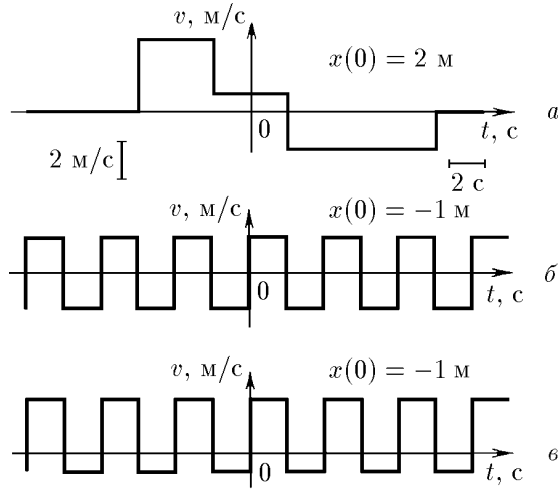


К задаче 1.1.13

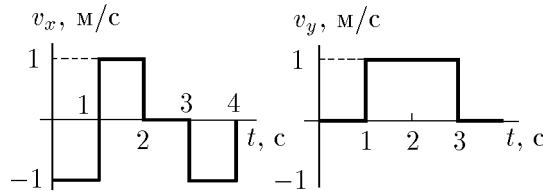
1.1.14. Найдите с помощью графиков зависимости координаты от времени момент времени и место соударения частиц, движущихся по одной прямой. Скорость первой частицы v , скорость второй $v/2$. Первая частица в момент времени $t = 0$ имела координату $x = 0$, вторая в момент времени t_1 — координату $x = a$.

◇ **1.1.15**. По графикам зависимости скорости от времени постройте графики зависимости координаты от времени. Найдите в случаях б и в среднюю скорость за большое время.

◇ **1.1.16**. Частица движется в одной плоскости. По графикам зависимости от времени проекций v_x и v_y скорости постройте траекторию частицы, если $x(0) = 2$ м, $y(0) = 1$ м.

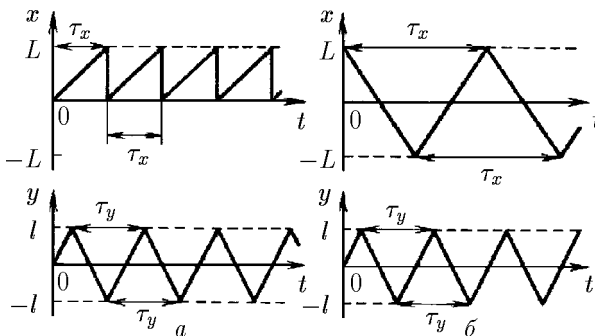


К задаче 1.1.15

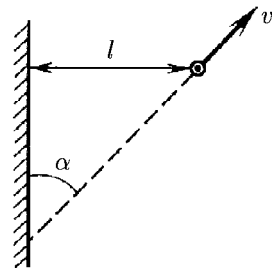


К задаче 1.1.16

◇ 1.1.17. Движение луча по экрану осциллографа описывается графиками зависимости координат x и y от времени. Какая картина возникнет на экране при $\tau_y = \tau_x$, $\tau_x/3$, $3\tau_x$? Рассмотрите два случая (см. рисунок). В случае a горизонтальные линии на экране почти не видны. Почему? При каком соотношении τ_x и τ_y в случае b траектория луча на экране будет замкнутой?



К задаче 1.1.17

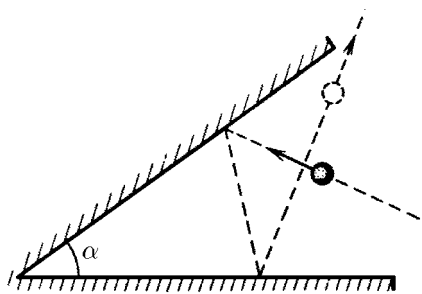


К задаче 1.1.18

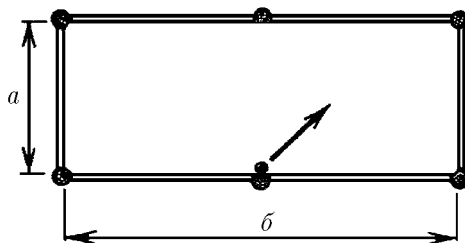
◇ 1.1.18*. Автомобиль удаляется со скоростью v от длинной стены, двигаясь под углом α к ней. В момент, когда расстояние до стены равно l , шофёр подаёт короткий звуковой сигнал. Какое расстояние пройдёт автомобиль до момента, когда шофёр услышит эхо? Скорость звука в воздухе c .

◇ 1.1.19. На какой угол изменится направление скорости шара после двух упругих ударов о стенки, угол между которыми равен α ? Как полетит шар, если $\alpha = \pi/2$? Движение происходит в плоскости, перпендикулярной стенкам. При упругом ударе о гладкую неподвижную стенку угол падения шара равен углу отражения.

◇ 1.1.20*. По бильярдному столу со сторонами a и b пускают шар от середины стороны b . Под каким углом к борту стола должен начать двигаться шар, чтобы вернуться в ту же точку, из которой он начал своё движение?



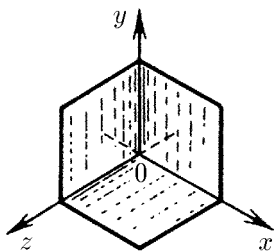
К задаче 1.1.19



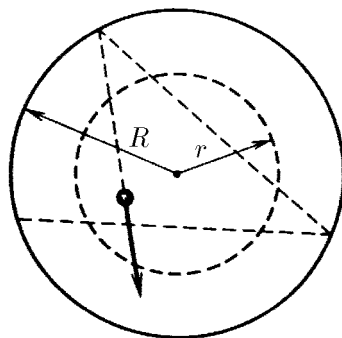
К задаче 1.1.20

◇ 1.1.21. Угловой отражатель, установленный на луноходе, представляет собой три взаимно перпендикулярных зеркала. Если на отражатель падает свет, скорость которого равна $c = (c_x, c_y, c_z)$, то какие составляющие будет иметь скорость света после отражения от зеркала, находящегося в плоскости yOz ? А после отражения от всех трёх зеркал?

◇ 1.1.22. Внутри закреплённого гладкостенного цилиндра радиусом R летает маленький шарик, упруго отражаясь от стенок так, что минимальное



К задаче 1.1.21



К задаче 1.1.22