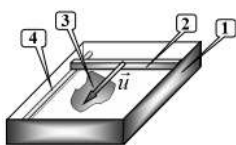


Условие

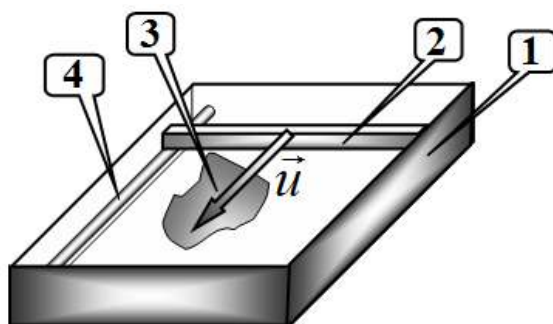


Сканирование движущихся объектов.

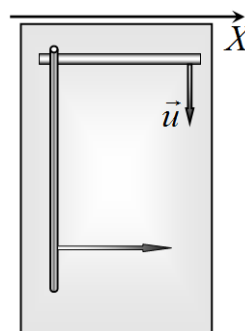
Часть 1. Сканер – стробоскоп.

Принцип работы сканера известен (см. рис): в прямоугольном корпусе 1 по направляющим 4 с постоянной скоростью движется считывающая каретка 2, которая освещает узкой полоской света находящуюся сверху рабочую прозрачную поверхность, на которой находится сканируемый объект 3. Получаемое при этом изображение заносится в память компьютера.

Скорость движения каретки постоянна и равна $u = 30 \text{ мм/с}$. На рисунках стрелкой указано направление движения каретки сканера.



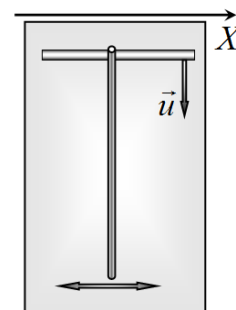
А если сканируемый объект движется? В этом случае части (узкие освещаемые полоски) будут зафиксированы в тот момент, когда под ними проходит считывающая каретка, соответственно изображение объекта будет искажено. Однако эти искаженные изображения можно использовать для изучения законов движения тел, перемещающихся вблизи рабочей поверхности сканера.



1.1 Скатывание стержня

Сканер слегка наклонили и положили на его рабочую поверхность круглый стержень. Стержень скатывается в направлении, перпендикулярном направлению движения каретки. На рис. 1 приведена фотография скатывающегося стержня. *Цена деления сетки – 5,0 мм.*

1.1.1 Укажите на этом рисунке направление движения стержня. 1.1.2 Покажите, что движение стержня можно считать равноускоренным. 1.1.3 Найдите ускорение стержня. Оцените погрешность найденного значения.



1.2 Поступательное колебание стержня.

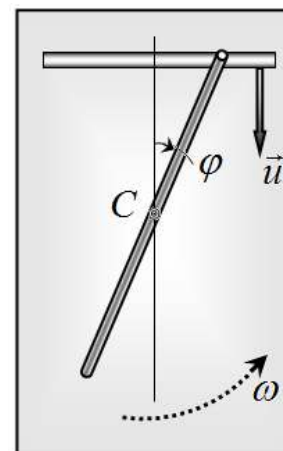
Тяжелый металлический стержень, подвешенный на длинных нитях, колеблется поступательно (то есть без вращения) вблизи рабочей поверхности сканера (см. рис). Направление колебаний стержня перпендикулярно направлению движения каретки. Положение стержня определяется координатой x , ось которой показана на рисунке. На рис. 2 показана получившаяся фотография колеблющегося стержня. На этом же рисунке – полоска миллиметровой бумаги.

1.2.1 Определите период колебаний стержня с максимально возможной точностью. Оцените погрешность найденного значения.

1.3. Вращение стержня

Стержень вращается вокруг неподвижной вертикальной оси C над рабочей поверхностью сканера. Фотография движения приведены на рис. 3. *Цена деления сетки — 5,0 мм.*

1.3.1 Определите графически положение оси вращения стержня C . Укажите, в какую сторону вращается стержень. 1.3.2 Определите среднюю угловую скорость вращения стержня ω с максимально возможной точностью. Оцените погрешность найденного значения.



Часть 2. Телевизор-стробоскоп.

Большие возможности для изучения периодических процессов представляет экран телевизора, который может выступать как пространственный стробоскоп.

Дело в том, что каждая точка экрана телевизора высвечивается в определенный момент времени, а именно тогда, когда на нее попадает электронный луч кинескопа. Изображение формируется как затемнение,

т.е. перекрытие излучения от точки луча электронно-лучевой трубки предметом (или его частью). Поэтому мы видим движущийся на фоне экрана предмет не мгновенно и целиком: его различные части высвечиваются в разные моменты времени, поэтому видимое изображение может сильно отличаться от реальной формы движущегося предмета!

Изображение на экране телевизора формируется с помощью кадровой и строковой развертки.

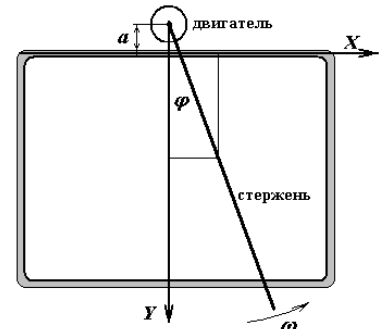
Время развертки одного кадра: $T_0 = 0,02\text{с}$ (25 кадров в секунду).

Можно считать, что один кадр состоит из 312 горизонтальных строк, вдоль которых равномерно движется луч, временем перехода луча к началу следующей строки можно пренебречь.

Считайте, что на всех фотографиях экран телевизора изображен полностью.

2.1 Равномерное вращение стержня, ось вращения сверху от экрана.

Для проведения этого эксперимента мы прикрепили длинный прямой стержень к валу электродвигателя, который расположили над экраном телевизора. При достаточно быстром вращении стержня на фоне экрана телевизора наблюдалось несколько изображений положений стержня, причем каждое из них оказалось изогнутым (Рис.5).



2.1.1 Используя фотографию вращающегося стержня, определите с максимально возможной точностью угловую скорость вращения стержня. Оцените погрешность найденного значения.

2.2 Колебания вертикально расположенной струны.

Струна натянута вертикально и совершает поперечные колебания в горизонтальном направлении на фоне экрана телевизора. Колебания струны описываются функцией:

$$X(t, y) = A \sin \left(\pi \frac{y}{L} \right) \cos(\omega t),$$

где L — высота экрана телевизора.

На фото 5 приведено полученное изображение этой струны.

2.2.1 Используя приведенную фотографию, рассчитайте частоту колебаний струны. Оцените погрешность найденного значения.