

Колонна автомобилей

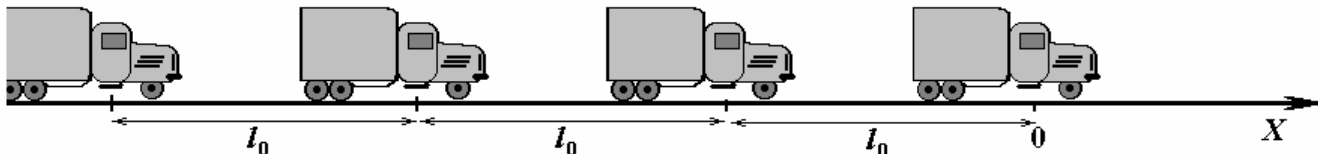
Условие

Задание 3. «Колонна автомобилей»

В данной задаче рассматривается ряд эффектов, связанных с движением колонны автомобилей. Будем считать, что все водители строго соблюдают правила движения и данные им указания, обладают отменным глазомером. Все автомобили одинаковы, при описании их движения их можно считать материальными точками. Под расстоянием между автомобилями будем понимать, расстояния между водителями. Колонна состоит из $N = 50$ автомобилей.

Часть 1. «Разгон»

Все автомобили стоят на равном расстоянии друг от друга $l_0 = 10$ м.



Направим ось Ox вдоль дороги по направлению движения автомобилей. Начало отсчета совместим с положением первого автомобиля.

Колонна трогается с места. Каждый автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $a_0 = 2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, достигает скорости $v_0 = 72 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ и дальше движется с постоянной скоростью. Первый автомобиль трогается в момент времени $t = 0$, каждый следующий начинает движение, когда расстояние до впереди находящегося автомобиля становится равным $l_1 = 35$ м.

1.1. Постройте графики зависимости скоростей и координат первых трех автомобилей от времени за первые 30 секунд движения.

1.2. Найдите расстояние l_2 между соседними автомобилями в ходе движения всей колонны.

1.3. Найдите общую длину колонны, когда уже все автомобили движутся с постоянной скоростью.

1.4. Когда колонна трогается с места вдоль нее пробегает «волна разряжения». Определите скорость этой «волны»

Представьте себе, что автомобили стоят достаточно близко друг к другу, когда трогается очередной автомобиль, расстояние от него до следующего начинает заметно увеличиваться (в этом месте колонна начинает растягиваться). Под скоростью волны «разряжения» следует понимать скорость, с которой движется та точка колонны, до которой дошла область ее растяжения.

Часть 2. «Остановка»

Поступает команда остановить колонну. Каждый автомобиль тормозит с постоянным ускорением $a_1 = -4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Во время торможения сзади автомобиля загораются лампочки «стоп-сигнала», поэтому водитель следующего автомобиля имеет возможность начать торможение через некоторый промежуток времени τ_2 .

2.1 Чему должен быть равен этот промежуток времени (между началами торможения двух следующих друг за другом автомобилей), чтобы к моменту остановки расстоянием между ними стало равным $l_0 = 10$ м?

2.2 Во время торможения вдоль колонны пробегает «волна сжатия». Определите скорость этой «волны».