

Условие

9-4. Найдите среднее давление, которое оказывает дождь на вертикальное лобовое стекло автомобиля, движущегося с постоянной скоростью V . Считать, что капли дождя падают вертикально с постоянной скоростью u . Интенсивность дождя — h (мм) осадков в час.

Решение

9-4. Капли, падающие на лобовое стекло автомобиля, имеют нулевую горизонтальную составляющую скорости, а затем приобретают скорость V , равную скорости автомобиля. Следовательно, автомобиль сообщает каплям некоторый импульс, т.е. действует на них с некоторой силой, равной (по третьему закону Ньютона) силе, с которой капли действуют на автомобиль. Пусть масса воды, капавшей на лобовое стекло за время t , равна m ; тогда импульс, сообщенный ей равен $p = mV$, а средняя сила, действующая на стекло,

$$F = \frac{p}{t} = \frac{mV}{t}, \quad (1)$$

тогда давление водяных капель

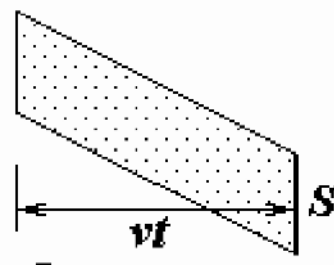
$$P = \frac{mV}{tS}, \quad (2)$$

где S — площадь стекла. Для вычисления m , заметим, что за время t стекло “соберет” все капли, которые находятся в объеме параллелепипеда с основанием S и длиной Vt , т.е.

$$m = \lambda SVt, \quad (3)$$

где λ — масса всех капель дождя, находящихся в единице объема. Для определения λ можно рассуждать следующим образом: пусть за время τ в цилиндрическом вертикальном сосуде с площадью основания S_0 уровень воды поднялся на $h\tau$, тогда ее масса $m_0 = \rho h\tau S_0$, где $m_0 = \rho h\tau S_0$, ρ — плотность воды, очевидно, что эта же масса может быть выражена через λ по формуле аналогичной (3)

$$m_0 = 2S_0U\tau,$$



Приравнявая

$$\rho h\tau S_0 = \lambda S_0\tau U,$$

найдем

$$\lambda = \frac{\rho h}{U} \quad (4)$$

(отметим, что h — должно измеряться в той же системе единиц, что и остальные параметры задачи). Подставляя (4) в (3), а затем в (2), получим ответ

$$P = \frac{\rho h}{U} V^2.$$