

## Метеорология и пробки

ЗАДАЧА 1. Насос откачивает воду для полива из цилиндрического бака с площадью поперечного сечения  $S$ . Массовый расход воды составляет  $\mu$  кг/с. С какой скоростью понижается уровень воды в баке? Плотность воды равна  $\rho$ .

$$\frac{S^d}{\pi} = a$$

ЗАДАЧА 2. Средней плотностью дождевого потока назовём суммарную массу дождевых капель, в среднем находящихся в  $1 \text{ м}^3$  воздуха у поверхности земли. С какой скоростью поднимается уровень воды в бочке, которая наполняется дождевой водой? Капли дождя падают со скоростью  $u$ , средняя плотность дождевого потока равна  $\rho_0$ , плотность воды равна  $\rho$ .

$$\frac{d}{n^0 d} = a$$

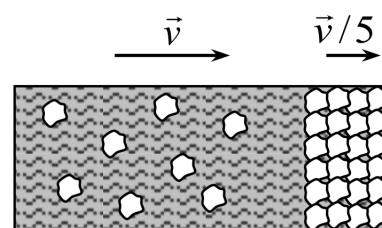
ЗАДАЧА 3. (Олимпиада Физтех-лицея, 2015, 8) Если во время дождя поднимать ведро с постоянной вертикальной скоростью  $v$ , то оно заполняется водой за время  $t_1 = 2$  мин. Если это же ведро опускать со скоростью  $v$ , то время заполнения составит  $t_2 = 8$  мин. За какое время заполнится неподвижное ведро? Ответ выразить в мин, округлив до десятых.

$$\bar{z}' \bar{z}$$

ЗАДАЧА 4. («Максвелл», 2014, 7) На метеорологической станции проводят измерения плотности снега в воздухе при помощи осадкомера. Осадкомер представляет собой цилиндрический сосуд с площадью дна  $200 \text{ см}^2$  и высотой  $40 \text{ см}$ , куда собираются осадки. Во время измерений снежинки падали вертикально вниз со скоростью  $v = 0,6 \text{ м/с}$ . За шесть часов уровень снега в осадкомере достиг  $h = 15 \text{ см}$ , а плотность снега в сосуде составила  $\rho_0 = 0,15 \text{ г/см}^3$ . Определите, чему равна плотность снега  $\rho$  в воздухе во время снегопада, то есть масса снега, находящегося в одном кубическом метре воздуха.

$$\bar{z}^M / \bar{z}^L \approx \frac{\bar{z}^0}{\bar{z}^0 d} = d$$

ЗАДАЧА 5. («Росатом», 2020, 7) По реке со скоростью  $v$  плывут небольшие льдины, покрывая одну шестую часть поверхности воды. Из-за сужения реки впереди по течению льдины скапливаются, полностью покрывая поверхность воды, и движутся со скоростью  $\frac{v}{5}$  (см. рисунок). В какую сторону и с какой средней скоростью движется граница сплошного льда? В рассматриваемой области ширина реки не меняется, льдины не перекрываются.



$$\frac{v \bar{z}}{a} = n$$

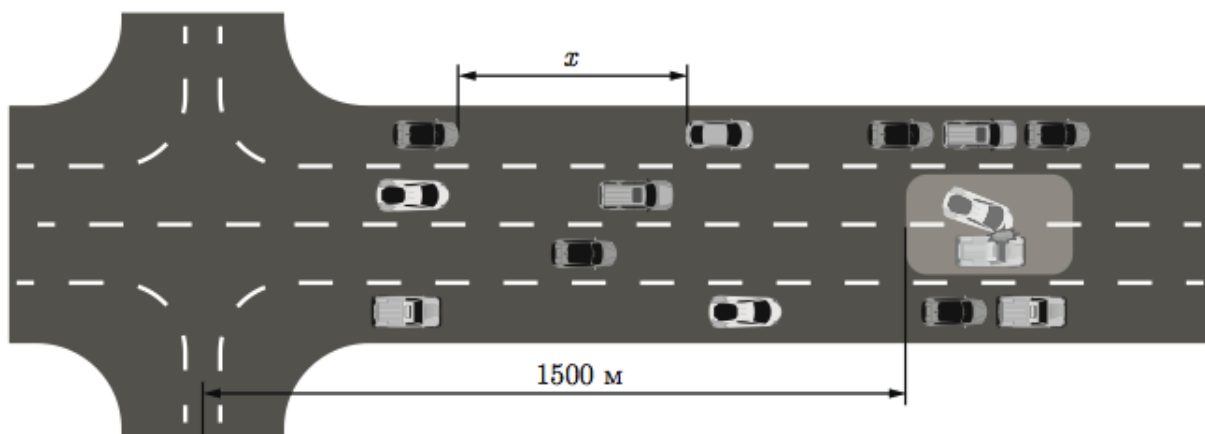
ЗАДАЧА 6. (МОШ, 2013, 8) С какой скоростью растёт «хвост» автомобильной пробки, образовавшейся из-за резкого снижения скорости на некотором участке дороги? До пробки автомобили движутся однородным потоком со скоростью  $v_1 = 50$  км/ч со средней плотностью  $\rho_1 = 20$  автомобилей на 1 км пути. В пробке скорость автомобилей снижается до  $v_2 = 5$  км/ч, и движутся они почти вплотную друг к другу со средней плотностью  $\rho_2 = 125$  автомобилей на 1 км пути.

$$v_{\text{хвост}} \approx \frac{v_1 - v_2}{\rho_2 - \rho_1} = 0$$

ЗАДАЧА 7. («Росатом», 2016, 7–10) У проходной НИЯУ МИФИ образовалась очередь школьников, желающих принять участие в заключительном туре олимпиады «Росатом», длиной 80 метров. Каждую минуту первые  $n = 8$  человек из очереди проходят через проходную, а за это время в конец очереди приходят  $k = 4$  новых человека. Через 40 минут очередь исчезла. С какой средней скоростью двигались люди, пока они находились в очереди? Ответ выразите в метрах в минуту. Сколько человек участвовало в олимпиаде? Считать, что каждый человек занимает в очереди одинаковое место.

$$4 \text{ м/мин}; 320 \text{ человек}$$

ЗАДАЧА 8. (МОШ, 2019, 7) Поток автомашин движется по четырёхполосной магистрали. При этом средняя скорость автомобиля равна 60 км/ч. Средняя длина автомобиля 4 метра. Вблизи места дорожно-транспортного происшествия количество полос, доступных для движения, уменьшается до двух, а скорость автомашин уменьшается до 6 км/ч. На рисунке приведена схема, изображенная без соблюдения масштаба. Если среднее расстояние между автомобилями при движении по магистрали  $x$  небольшое, то перед ДТП образуется пробка — область, в которой машины движутся вплотную друг к другу с маленькой скоростью.



1. При каком среднем расстоянии  $x$  между автомобилями при их движении по магистрали произошедшее ДТП не приведёт к возникновению протяжённой пробки?
2. За полтора километра до ДТП на трассе располагается перекрёсток со светофором. За какое время после возникновения ДТП необходимо ликвидировать его последствия для дорожного движения, чтобы это не привело к затору на перекрёстке, если  $x = 16$  м?

$$v_{\text{хвост}} > 7 \text{ м/с}; 97 < x \text{ (1)}$$

ЗАДАЧА 9. («Максвелл», 2018, финал, 7) На дороге длиной  $L = 50$  км между городами  $A$  и  $B$  образовалась автомобильная пробка протяжённостью  $l = 10$  км. От города  $A$  до пробки машины едут со скоростью  $v_1 = 50$  км/ч при плотности потока  $\lambda_1 = 55$  авто/км, в пробке — с некоторой скоростью  $v$  при плотности потока  $\lambda = 220$  авто/км, а после пробки — со скоростью  $v_2 = 100$  км/ч при плотности потока  $\lambda_2 = 30$  авто/км. При условии, что протяжённость пробки не меняется, определите:

- 1) С какой скоростью  $u$  и в каком направлении смещается пробка?
- 2) С какой скоростью  $v$  едут автомобили в пробке?
- 3) За какое время  $\tau$  доедет автомобиль из города  $A$  до города  $B$ , если в момент его старта пробка находилась посередине между городами?

$v = \frac{v_1 v_2 (\lambda_2 - \lambda_1)}{\lambda_1 \lambda_2 - \lambda_1 \lambda_2} = \frac{50 \cdot 100 \cdot (30 - 55)}{55 \cdot 30 - 55 \cdot 30} = 100 \text{ км/ч}$
---