



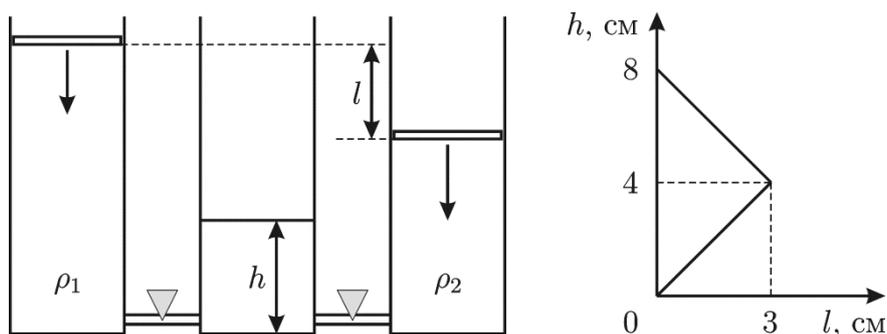
78-я Московская городская олимпиада  
школьников по физике (2017 г.)

8 класс, 2 тур

Задача 1

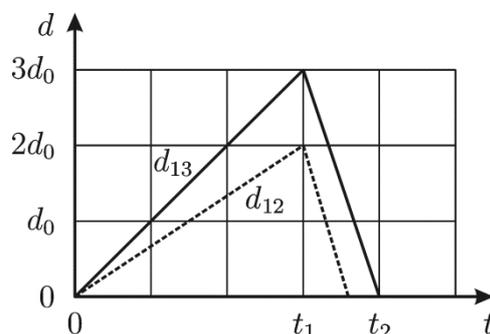
Три одинаковых вертикальных цилиндрических сосуда сообщаются при помощи узких трубок с кранами, которые первоначально перекрыты (см. рисунок слева). В левом сосуде под поршнем находится жидкость плотностью  $\rho_1$ , в правом сосуде под поршнем – жидкость с плотностью  $\rho_2$ , а средний сосуд пуст. Краны одновременно открывают, и в тот же момент начинают двигать вниз оба поршня с постоянными скоростями. Сначала разница уровней поршней по вертикали увеличивается со скоростью  $V$ . Затем, в некоторый момент, скорости поршней изменяются – они продолжают двигаться с постоянными скоростями, но теперь разница уровней поршней по вертикали уменьшается с такой же скоростью  $V$ . Пользуясь графиком зависимости высоты  $h$  уровня смеси в среднем сосуде от расстояния по вертикали  $l$  между поршнями (см. рисунок справа), найдите среднюю плотность смеси в тот момент, когда  $h = 6$  см.

Можно считать, что объём смеси равен сумме объёмов жидкостей, которые перетекли из крайних сосудов.



Задача 2

Три пловца разной квалификации решили посоревноваться на дистанции 100 метров в пятидесятиметровом бассейне. Стартовали пловцы одновременно, и каждый проплыл дистанцию со своей постоянной скоростью. Обозначим через  $d_{12}(t)$  расстояние между первым и вторым пловцами, а через  $d_{13}(t)$  – расстояние между первым и третьим пловцами в момент времени  $t$ . На рисунке сплошной линией изображен график зависимости  $d_{13}(t)$  для части заплыва – от старта до момента времени  $t_2$ . График зависимости  $d_{12}(t)$  изображен пунктиром. Численное значение величины  $d_0$  неизвестно, но зато известно, что  $t_1 = 30$  с и  $t_2 = 40$  с. При определении расстояния между пловцами ширина дорожек бассейна не учитывалась, считалось, что спортсмены движутся почти вдоль одной прямой. Разворот каждого из пловцов происходит очень быстро.



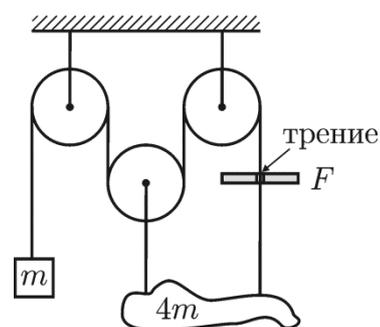
1) Какое время на финише показал каждый из пловцов?

2) Продолжите (достройте) оба графика до момента времени 60 с.

Задачи № 3 и № 4 – на следующей странице.

### Задача 3

Неоднородный груз массой  $4m$  подвешен при помощи системы блоков так, как показано на рисунке. Нити и блоки очень легкие, свободные участки нитей вертикальны, трения в осях блоков нет. К свободному концу нити, перекинутой через блоки, прикреплен противовес массой  $m$ . Участок этой же нити, находящийся между грузом и правым блоком, проходит через небольшое отверстие в неподвижной перегородке. При скольжении нити в отверстии возникает сила трения  $F = 10$  Н, действующая на нить со стороны стенок перегородки. 1) При каких значениях массы  $m$  противовеса система может оставаться в равновесии? 2) Где должен находиться центр масс неоднородного груза для того, чтобы равновесие было возможным? 3) Чему равен модуль силы трения  $F_1$ , и в какую сторону она направлена при  $m = m_1 = 0,7$  кг? Модуль ускорения свободного падения можно считать равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



### Задача 4

В г. Москве в районе Очаково работает мощная тепловая электрическая станция с названием «ТЭЦ-25». Максимальная электрическая мощность этой станции составляет  $W_1 = 1370$  МВт. Кроме выработки электроэнергии, эта станция может одновременно поставлять теплоту с мощностью  $W_2 = 4088$  Гкал/ч для снабжения соседних районов города горячей водой и для обогрева домов. Станция работает на природном газе метане ( $\text{CH}_4$ ), при сгорании  $m_0 = 16$  г которого выделяется количество теплоты  $Q = 797$  кДж. В атмосферу через трубы вместе с продуктами сгорания всегда выбрасывается 20% энергии, полученной в результате сгорания топлива. В летнем режиме, когда дома отапливать не нужно, станция работает на 80% своей максимальной электрической мощности, и при этом 30% выделившейся при сгорании метана теплоты всё равно приходится отводить в атмосферу при помощи испарения воды в специальных устройствах – градирнях. Удельная теплота парообразования воды  $L = 2256$  кДж/кг, одна калория равна примерно 4,2 Дж.

- 1) Каков у станции расход топлива (в кг/с) зимой?
- 2) Каков КПД использования тепловой энергии при её преобразовании в электрическую зимой?
- 3) Какое количество воды каждую секунду превращается в пар (в л/с) в градирнях станции летом?
- 4) Какая мощность поставляется потребителям горячей воды в домах летом?