



### Условия задач, ответы, критерии оценивания

Механизм (8 баллов), Бычков А. И., Крюков П. А.

На рис. 1 изображена схема кривошипно-шатунного механизма паровой машины с качающимся цилиндром. Кривошип  $OA$  длиной  $r$  вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг точки  $O$ . В точке  $A$  кривошип шарнирно соединен со стержнем  $AC$ , продетым сквозь муфту, закрепленную на шарнире  $B$ , так что муфта может свободно вращаться вокруг точки  $B$ .  $OB = a$ ,  $AC > a + r$ .

- 1) Чему равен угол  $\alpha$  в тот момент, когда угловая скорость муфты минимальна?
- 2) Определите максимальную угловую скорость муфты.

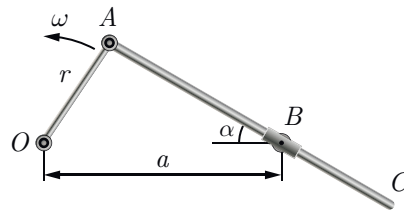


Рис. 1

**Ходьба на Земле и на Марсе** (10 баллов), Крюков П. А.

В простейшей физической модели пешей ходьбы считается, что центр масс человека движется по периодической кривой, повторяющийся участок которой представляет собой дугу окружности с радиусом, равным длине ноги человека  $H$ . Определите в рамках этой модели отношение максимальных скоростей ходьбы на Земле и на Марсе, а также отношение мощностей, затрачиваемых при ходьбе с максимально возможной скоростью на этих планетах. Масса Марса составляет 0,11 массы Земли, радиус Марса равен 0,53 радиуса Земли. По поверхности Марса человек перемещается в скафандре, масса которого составляет примерно треть массы человека. Траектории центра масс человека на Земле и человека в скафандре на Марсе считайте одинаковыми. Учтите, что при ходьбе необходим постоянный контакт хотя бы одной ноги с поверхностью планеты.

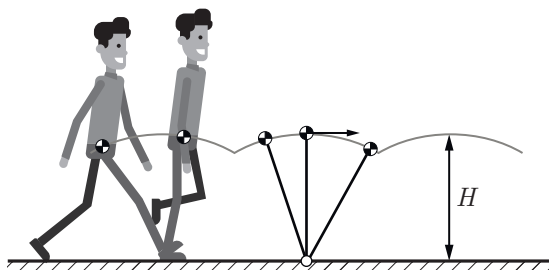
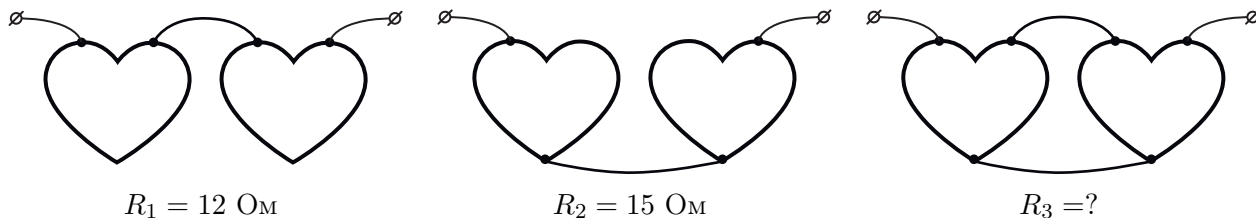


Рис. 2

**К дню святого Валентина** (10 баллов), Ромашка М. Ю.

Из одинаковых проволочных фигур-сердечек, показанных на рисунке ниже (каждое сердечко имеет ось симметрии) собрали три электрические цепи. Сопротивление первой цепи между выводами  $R_1 = 12$  Ом, сопротивление второй —  $R_2 = 15$  Ом. Найдите сопротивление  $R_3$  третьей цепи. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.



### Измерение стеклопакета (10 баллов), Крюков П. А.

Используя мощную лазерную указку, осуществляют эксперимент, схема которого показана на рис. 3. На стекло одинарного стеклопакета (состоит из двух параллельно расположенных стёкол толщиной 3 – 5 мм) направляют лазерный луч сверху вниз под малым углом (порядка 0,1 рад) к поверхности стекла. При этом на масштабной бумаге (миллиметровке), которая лежит на подоконнике, наблюдают систему ярких пятен (см. рис. 4). Известно, что расстояние между первым (самым ярким) и вторым пятнами равно  $l_1 = 20 \pm 2$  мм, а между следующими соседними  $l_2 = 19 \pm 2$  мм. Эти расстояния определяются по положению самой яркой области пятна. На рис. 5 показан сильно увеличенный фрагмент фотографии с рис. 4, инвертированный (чёрное заменено на белое и наоборот) для удобства восприятия. Найдите по данным эксперимента расстояние  $D$  между внутренними поверхностями стёкол. Оцените погрешность полученного результата.

Возможно, при анализе эксперимента вам потребуется значение показателя преломления для стекла. Для разных марок стекла показатель преломления лежит в пределах от 1,4 до 1,7.



Рис. 3

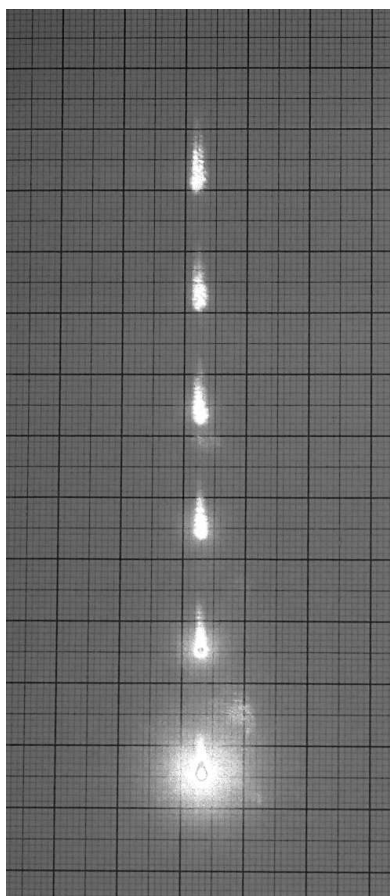


Рис. 4

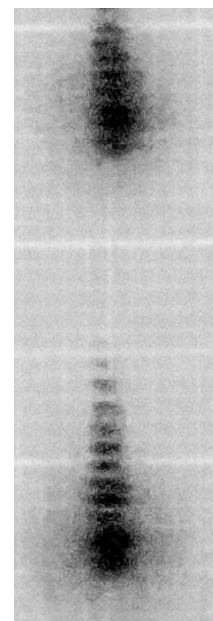


Рис. 5