

# 70-я олимпиада по физике школьников Эстонии

10 февраля 2023 года. Региональный тур  
Задачи основной школы (8-9 классы)

*Просим решение каждой задачи писать на отдельном листе.*

*Время решения 5 часов. Каждый участник может решать все предложенные задачи.*

*В зачёт идут 5 теоретических и 1 экспериментальная задача, набравшие наибольшее количество баллов.*

*Можно использовать принадлежности для письма и черчения, а также калькулятор.*

*Прочие вспомогательные средства запрещены.*

*При решении экспериментальной задачи можно пользоваться лишь указанным в задаче оборудованием.*

*Оценка погрешности измерения не требуется.*

**1. (КИПЯЧЕНИЕ ВОДЫ)** Решение физических задач часто основано на создании моделей. В зависимости от степени точности искомого решения, модели могут быть сложнее или проще. Часто важнее знать величину, чем точное значение.

Паша хотел вскипятить утром  $V = 300$  мл чая. Из крана текла вода при температуре  $T_v = 10^\circ\text{C}$ . Мощность чайника Паши составляет  $W = 1,5$  кВт. Сколько Паше потребовалось времени, чтобы вскипятить воду, полагая (а) что вся мощность чайника уходит на нагрев воды? Удельная теплоёмкость воды  $c_v = 4200$  Дж/(кг  $^\circ\text{C}$ ).

(б) что вода и чайник находятся в тепловом равновесии? Температура в комнате  $T_t = 25^\circ\text{C}$ , масса чайника  $m_t = 700$  г и он сделан из стали с удельной теплоёмкостью  $c_t = 500$  Дж/(кг  $^\circ\text{C}$ ).

Можете предполагать, что теплообмен с окружающей средой отсутствует. (6 б.)

**2. (БАРОМЕТР НА МАРСЕ)** На Земле обычное показание ртутного барометра  $h_\oplus = 760$  мм. Каково показание ртутного барометра при той же температуре на Марсе  $h_\ominus$ ? Давление воздуха на Земле и Марсе соответственно  $p_\oplus = 101$  кПа и  $p_\ominus = 600$  Па, ускорение свободного падения на Земле равно  $g_\oplus = 9,81$  м/с<sup>2</sup>, на Марсе  $g_\ominus = 3,62$  м/с<sup>2</sup>. (6 б.)

**3. (ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО)** Яна хотела исследовать транспортные средства, которые проезжали мимо ее дома. Для этого она разместила два лазерных датчика на обочине дороги на расстоянии 7 м друг от друга (вдоль дороги), чтобы каждый датчик посылал сигнал, когда колёса проезжали мимо датчика. Для одного из наиболее интересных транспортных средств Яна получала сигналы в следующие моменты:  $t_1 = 0,0000$  с,  $t_2 = 0,4615$  с,  $t_3 = 0,5385$  с,  $t_4 = 1,0000$  с,  $t_5 = 1,0385$  с,  $t_6 = 1,5769$  с. Найти расстояния между колёсами. Полагайте, что транспортное средство двигалось с постоянной скоростью. (8 б.)

**4. (ПУЧОК СВЕТА)** У Маши есть карманный фонарик, из которого выходит параллельный пучок света диаметром 30 мм. Чтобы сделать свет от лампы ярче, Мари хочет с помощью линз превратить световой пучок в меньший параллельный пучок диаметром 5 мм. Маша нашла, в ящике стола как выпуклые, так и вогнутые линзы со следующими фокусными расстояниями: 1 см, 2 см, 3 см, 5 см, 8 см, 10 см, 12 см и 15 см. Найдите, как и с какими фокусными расстоянием линз Маша может достичь своей цели, используя

(а) две выпуклые линзы;

(б) одну выпуклую и одну вогнутую линзу.

Для каждого случая нарисуйте схему. (8 б.)

**5. (ПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ)** Одним из способов измерения мощности тепла, выделяемого человеком или животным, является прямая калориметрия. При этом человека помещают в теплоизолированное помещение, где обеспечивается необходимый для человека воздухообмен. Для нахождения количества теплоты, выделяемой телом, через помещение проходит труба с водой, в которой измеряется температура воды до и после прохождения через помещение. Предположим, что вода поступает в помещение при температуре  $T_1 = 20,00^\circ\text{C}$ , а выходит при температуре  $T_2 = 20,15^\circ\text{C}$ . Скорость воды в трубе  $u = 2\text{ м/с}$ , площадь поперечного сечения трубы  $S = 1\text{ см}^2$ . Какова мощность  $P$  выделения тепла телом человека? Плотность воды  $\rho = 1000\text{ кг/м}^3$ , удельная теплоемкость воды  $c = 4200\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ . Считать, что при воздухообмене теплообмен отсутствует, и что система находится в термодинамическом равновесии. (8 б.)

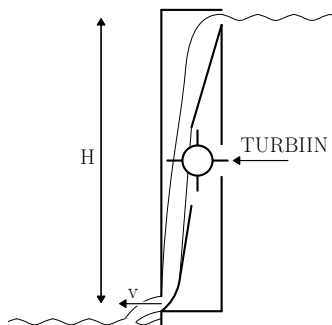
**6. (ПЕТЛЯ)** На американских горках существует верхний предел  $v_{\max}$  для скорости движения вагона из-за требований безопасности. Для того, чтобы посетители получили достаточно увлекательные впечатления, также установлен нижний предел  $v_{\min}$ , ниже которого вагон не будет двигаться после начального ускорения. На трассе хотят сделать петлю, на которой двигатели больше не будут разгонять вагон. Какова максимально возможная высота  $H$  такой петли? Сопротивлением воздуха и трением можно пренебречь. (8 б.)

**7. (ЭКОНОМНАЯ ЕЗДА)** Автомобиль с двигателем внутреннего сгорания разгоняется в городе до максимальной скорости 40 км/ч и должен останавливаться, в среднем, каждые 100 метров. При движении в городе сопротивлением воздуха можно пренебречь. На шоссе автомобиль едет с постоянной скоростью 90 км/ч. Сила сопротивления воздуха выражается

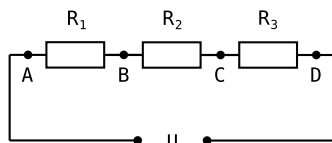
формулой  $F = cv^2$ , где  $c = 1,3 \text{ кг/м}$  и  $v$  – скорость автомобиля. Автомобиль весит 1,5 тонны. Найдите отношение расходов топлива на шоссе и в городе на 100 км пути. Считайте, что КПД мотора не зависит от скорости и ускорения. (10 б.)

**8. (ПАЛКА ДЛЯ СЕЛФИ)** Марта может держать с помощью палки для селфи телефон на расстоянии  $a = 1 \text{ м}$  от своей головы. Она хочет использовать палку для того, чтобы сделать фотографию, на которой её голова находилась бы ровно между двумя каменными статуями Моаи острова Пасхи (причём, чтобы высота головы Марты и статуй на фотографии выглядела бы одинаковой). Можем приблизительно считать, что все головы имеют цилиндрическую форму. Моаи имеет высоту  $H = 4 \text{ м}$  и диаметр  $D = 1,6 \text{ м}$ , в то время как голова Марты имеет высоту  $h = 21 \text{ см}$  и ширину  $d = 13 \text{ см}$ . Насколько далеко должны находиться друг от друга каменные статуи Моаи и на каком расстоянии от них должна находиться Марта для того, чтобы она смогла сделать такую фотографию? (10 б.)

**9. (ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ)** Гидроэлектростанция высотой  $H = 50 \text{ метров}$  пропускает через турбину воду, которая затем выходит с другой стороны со скоростью  $v = 20 \text{ м/с}$  через отверстие сечением  $S = 1 \text{ м}^2$ . Считая, что эффективность турбины  $\gamma = 10 \%$ , найдите мощность этой гидроэлектростанции. (12 б.)



**10. (ВОЛЬТМЕТР)** Три неизвестных резистора соединены последовательно и к ним приложено напряжение  $U = 126 \text{ В}$ . Вольтметром с неизвестным внутренним сопротивлением измеряют напряжения между показанными на рисунке точками. Результатами измерений являются значения  $V_{AB} = V_{CD} = 28 \text{ В}$  и  $V_{AC} = 84 \text{ В}$ . Какое напряжение покажет вольтметр, если его клеммы соединить с точками B и C? (12 б.)



**E1. (ДИАМЕТР БУЛАВКИ)** Найдите, насколько возможно точно, диаметр булавки. Оборудование: 3 одинаковых булавки, линейка, толстый плотный картон. (10 б.)

**Е2. (ПЛОТНОСТЬ КАРАНДАША)** Найдите, насколько возможно точно, среднюю плотность карандаша. Использовать линейку в качестве рычага нельзя. Скрепки можно разгибать и деформировать. *Оборудование:* достаточно глубокий и широкий сосуд с водой, линейка, незаточенный карандаш, 10 скрепок. (14 б.)

*Задачи и решения олимпиады по физике находятся по адресу:*  
<https://www.teaduskool.ut.ee/et/ainevoistlused/fuusika-lahtine>  
<http://efo.fyysika.ee>

*Присоединяйтесь к нашей страничке в Facebook:*  
<https://www.facebook.com/fyysikaolympiaad>