

# 66-я олимпиада по физике школьников Эстонии

6 апреля 2019 года. Республиканский тур

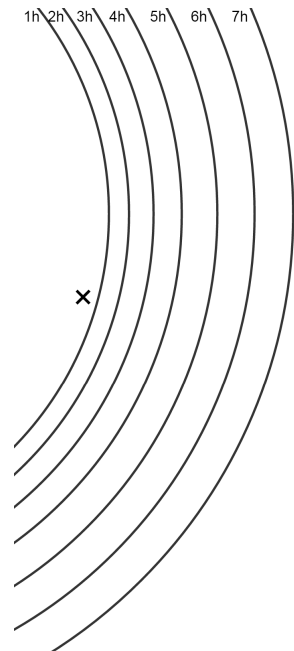
Задачи гимназии (10-12 классы)

*NB! Просим решение каждой задачи писать на отдельном листе.*

**1. (АВТОМОБИЛИ)** Два автомобиля едут навстречу друг другу. Скорость первого —  $v_1 = 80$  км/ч, второго —  $v_2 = 100$  км/ч. Автомобили замечают друг друга, когда расстояние между ними уменьшается до  $s = 600$  м, и начинают тормозить в один и тот же момент. Автомобили останавливаются одновременно, прямо перед столкновением. Сколько времени автомобили тормозили? (6 б.)

**2. (ДВЕРЬ В БАНЮ)** Юра сидит в бане и подбавляет воды на каменку. От образовавшегося пара дверь в баню открывается. Посчитайте момент силы трения  $\tau$  в дверных петлях, необходимый, чтобы при добавлении сразу  $V_v = 200$  мл воды на каменку дверь не открылась. Размеры бани:  $300 \times 250 \times 240$  см, размеры двери:  $70 \times 190$  см. Предполагайте, что испарение происходит так быстро, что воздух не успевает уйти из бани через щели. Универсальная газовая постоянная равна  $R = 8,314$  Дж/(моль  $\cdot$ ), молярная масса воды  $\mu = 18$  г/моль и плотность воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>. (8 б.)

**3. (САМОЛЁТ)** На рисунке крестиком обозначено изначальное положение самолёта. После каждого часа замерялось расстояние самолёта до некой фиксированной точки. Полученные расстояния обозначены на рисунке окружностями вокруг точки измерения. Сконструируйте все возможные траектории самолёта в течение 7 ч, если известно, что после старта самолёт летел 4 ч прямо, после чего изменил направление и оставшееся время снова летел прямо. Предполагайте, что скорость самолёта относительно земли была постоянна, 500 км/ч. Решение представьте на дополнительном листе. *Примечание.* Изменение направления могло быть и очень маленьким. (8 б.)



1000 km

**4. (КОНВЕЙЕР)** Гладкая металлическая пластина длиной  $l$  едет на конвейере. Конвейер состоит из двух частей и у каждой части своя гладкая конвейерная лента. Длина обеих лент  $x$ , но первая движется со скоростью  $v_1$ , а вторая —  $v_2$ . В начальном положении пластина находится полностью на первом конвейере и её задняя часть находится точно на начале первой конвейерной ленты. В конечном положении пластина находится полностью на второй ленте и её передняя часть находится точно на конце второй ленты. Найдите время  $t$ , за которое пластина достигает конечного положения из начального. Коэффициент трения между пластиной и первой лентой  $\mu_1$ , между пластиной и второй лентой —  $\mu_2$ . Предполагайте, что в точке перехода пробел между конвейерными лентами пренебрежимо мал и что время, затрачиваемое на изменение пластиной скорости в точке перехода, пренебрежимо мало по сравнению со временем  $t$ . (8 б.)

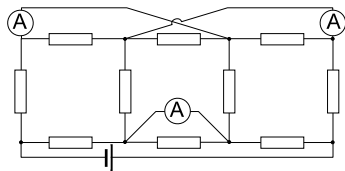
**5. (КЁРЛИНГ)** Кёрлинг – зимняя спортивная игра, целью которой является пустить по льду камни своей команды так, чтобы они оказались как можно ближе к центру мишени, обозначенной на ледяной дорожке. Разрешается отталкивать камни соперников своими. Рассмотрим случай, в котором сопернику удалось отправить свой камень точно в центр мишени. С какой скоростью  $v_0$  нужно своим камнем попасть в камень соперника, чтобы после выталкивания камня соперника твой камень сам оказался бы точно в центре мишени? Камни для кёрлинга имеют одинаковую массу и диаметр  $D = 29$ . Сила трения между льдом и камнями  $\mu = 0,02$  и при столкновении камней в тепло превращается  $\eta = 40\%$  изначальной кинетической энергии. Гравитационное ускорение:  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . (10 б.)



после выталкивания камня соперника твой камень сам оказался бы точно в центре мишени? Камни для кёрлинга имеют одинаковую массу и диаметр  $D = 29$ . Сила трения между льдом и камнями  $\mu = 0,02$  и при столкновении камней в тепло превращается  $\eta = 40\%$  изначальной кинетической энергии. Гравитационное ускорение:  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . (10 б.)

**6. (ЛОВУШКА)** Шарик с массой  $m$  и зарядом  $q$  вошёл через маленькое отверстие в цилиндр, заполненный однородным аксиальным (параллельным оси цилиндра) магнитным полем с индукцией  $B$ . В момент входа скорость шарика была направлена радиально. Шарик вышел из цилиндра через то же самое отверстие после двух абсолютно упругих столкновений со стенками цилиндра. Как долго пробыл шарик внутри цилиндра? (10 б.)

7. (3 КВАДРАТА) В приведённой схеме сопротивление каждого резистора составляет 3 ома, напряжение батарейки 48 вольт. Найдите показания амперметров. (10 б.)



8. (МУХА) Муха летит параллельно главной оптической оси линзы на расстоянии  $a$  от неё с постоянной скоростью  $v$  в направлении линзы, начиная от далёкого расстояния и заканчивая возле линзы. Фокусное расстояние линзы  $f$ . Какова минимальная скорость мухи относительно её изображения за время полёта? (12 б.)

9. (НИТЬ И ПОЛУСФЕРА) Кольцо из тонкой проволоки радиусом  $r$  несёт заряд  $q$ . Какой суммарный заряд  $Q$  это кольцо индуцирует на заземлённый тонким проводом шар радиуса  $R$ , если их центры находятся на расстоянии  $d$  друг от друга, а центр шара расположен на оси симметрии кольца? Ёмкость заземляющего провода пренебрежимо мала. (12 б.)

10. (ВРАЩАЮЩЕЕСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ) Электрическое поле  $\vec{E}$  меняет своё направление с периодом  $4T$ , через каждый промежуток времени  $T$  резко поворачиваясь в плоскости  $x - y$  на  $90$  градусов по часовой стрелке. Таким образом, если  $t$  обозначает время, а  $\hat{x}$  и  $\hat{y}$  — соответственно единичные векторы вдоль осей  $x$  и  $y$ , то в промежутки времени

$$\begin{array}{ll}
 4nT \leq t < 4nT + T & \vec{E} = E_0 \hat{x}, \\
 4nT + T \leq t < 4nT + 2T & \vec{E} = -E_0 \hat{y}, \\
 4nT + 2T \leq t < 4nT + 3T & \vec{E} = -E_0 \hat{x} \text{ ja} \\
 4nT + 3T \leq t < 4nT + 4T & \vec{E} = E_0 \hat{y}.
 \end{array}$$

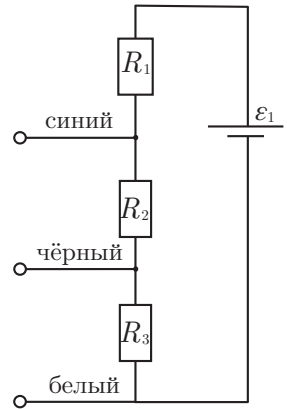
Известно, что частица массой  $m$  и зарядом  $q$  движется периодически, т.е. по замкнутой траектории. Нарисуйте траекторию частицы в плоскости  $x - y$  и найдите её диаметр вдоль оси  $x$ . (12 б.)

**Е1. (ВЫПУКЛОЕ ЗЕРКАЛО)** Найдите фокусное расстояние выпуклого зеркала. (10 б.)

Оборудование: выпуклое зеркало, линейка (30 см).

**Е2. (ЧЁРНЫЙ ЯЩИК)** Изображённый на рисунке "чёрный ящик" с тремя выходными клеммами состоит из трёх резисторов  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  и источника тока с эдс  $\mathcal{E}$ . Найдите максимально точно значения  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  и  $\mathcal{E}$ . (14 б.)

Оборудование: "чёрный ящик" с тремя выходными клеммами (синий, чёрный и белый провода), мультиметр.



*Каждый участник может решать все предложенные задачи. В зачёт идут 5 теоретических и одна экспериментальная задача, набравшие наибольшее количество баллов. При решении экспериментальной задачи можно пользоваться лишь указанным в задаче оборудованием. Оценка погрешности измерения не требуется. Время решения 5 часов. Задачи и решения олимпиады по физике находятся по адресу <http://efo.fyysika.ee>.*

*Присоединяйтесь к нашей страничке в Facebook [www.facebook.com/fyysikaolympiaad](http://www.facebook.com/fyysikaolympiaad)*

3. (САМОЛЁТ - ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ)

