

68-я олимпиада по физике школьников Эстонии

10 апреля 2021 года. Заключительный тур

Задачи основной школы (8-9 классы)

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

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

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

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

Прочие вспомогательные средства запрещены. Оценка погрешности измерения не требуется.

NB! Просим решение каждой задачи писать на отдельном листе и сканировать в отдельный файл.

1. (СКОРОСТНОЙ ПОЕЗДА) На приложенной иллюстрации вы можете видеть фотографии одного и того же скоростного поезда, сделанные в одно и то же время в одном и том же месте, но разными фотоаппаратами. Более дорогой фотоаппарат (фотография справа) сохраняет одновременно все пиксели фотографии. Более дешёвый фотоаппарат (фотография слева) сканирует кадр сверху вниз, сохраняя одновременно лишь один горизонтальный ряд пикселей (а затем следующий ряд и т.д.). Если в кадре есть очень быстро движущиеся объекты, то на фотографии появляются странные искажения, как можно увидеть на снимке слева. Какова скорость поезда на фотографии? Расстояние между осями колёс на снимке $D = 2,4$ м. Более дешёвому фотоаппарату на сканирование целого кадра требуется время $T = 1/50$ с. (6 б.)



Авторские права на фотографию: Vaumer Electric

2. (ESTLINK-2) Кабель высокого напряжения Estlink-2, который соединяет Эстонию и Финляндию, имеет длину около 100 км и

работает на постоянном напряжении $U = 450$ кВ. Сечение каждого из медных «проводов» $S = 2000$ мм². Удельное сопротивление меди $\rho = 17$ мОм · мм²/м. Сколько процентов от передаваемой энергии теряется, если полная передаваемая мощность $P = 1$ ГВт? Во сколько раз были бы больше потери, если напряжение в кабеле было бы в 2 раза меньше? (8 б.)

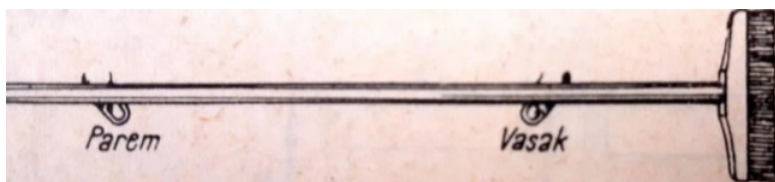
3. (ЛИХАЧ) Длина шоссе между городами А и В равна $s = 178,5$ км. Дорожный хулиган Койт ехал из города А в город В и обратил внимание на то, что когда он гнал по свободному шоссе со скоростью v , машины ехали ему навстречу в среднем каждые $t_1 = 30$ с. На своём пути он совершал обгоны в среднем каждые $t_2 = 4,5$ мин, причём за каждой из обгоняемых машин он ждал возможности обгона в среднем $t_3 = 1$ мин. Будем считать, что поток машин как из города А в город В, так и из города В в город А был одинаково плотный и что все прочие машины ехали с постоянной скоростью $v_0 = 90$ км/ч, а также что необходимое для разгона и торможения время пренебрежимо мало. (а) Найти скорость Койта v . (б) Сколько времени выиграл Койт на пути из города А в город В по сравнению с другими машинами? (8 б.)

4. (МОЛОДОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАТОР) В цилиндрической кастрюле с площадью дна $S = 300$ см² находилась вода при температуре $T_0 = 20$ °С. Уровень воды в кастрюле был $H = 20$ см. Арно поместил в воду кипятильник своей бабушки объёмом $V = 20$ см³ и мощностью $P = 1500$ Вт, и оставил его включённым на $t = 2$ часа. Насколько изменилось давление на дно кастрюли по сравнению с ситуацией до помещения кипятильника в воду?

На протяжении всего процесса кипятильник был полностью погружён в воду и не касался дна кастрюли. Для простоты можно считать, что всё выделяемое кипятильником тепло полностью передаётся воде, поверхность воды всё время ровная и до достижения температуры кипения испарения не происходит. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200$ Дж/(кг · °С) и удельная теплота парообразования $L = 2300$ кДж/кг. (8 б.)

5. (ЛЯГУШКА И МУХА) Большая тонкая вогнутая линза ($f = 1$ м) находится на расстоянии 3 м от стены и расположена параллельно стене. Лягушка сидит на главной оптической оси этой вогнутой линзы, на расстоянии 2 м от неё и наблюдает за находящейся по другую сторону линзы мухой. Вначале муха сидит на расположенной за линзой стене на расстоянии 1 м от главной оптической оси. Лягушка смотрит сквозь линзу и замечает, что изображение мухи начинает лететь прямо в её сторону. Какое расстояние пролетит муха, достигнув линзы? (10 б.)

6. (ЛИНЗА И ЭКРАН) Ярл установил тонкую выпуклую линзу (стеклянную линзу без рамки) между точечным источником света и экраном; источник света находился на главной оптической оси, и плоскость экрана была параллельна плоскости линзы. Он двигал экран взад-вперёд, изучая получаемый на нём узор, и обратил внимание, что когда экран располагается на расстоянии 10 см от линзы, на экране возникает чёткое изображение. На удивление оказалось, что когда экран был на расстоянии 60 см от линзы, на нём больше не было видно узора: на экране яркость была одинакова, будто линзы и не было! Каково расстояние линзы от источника света? (10 б.)



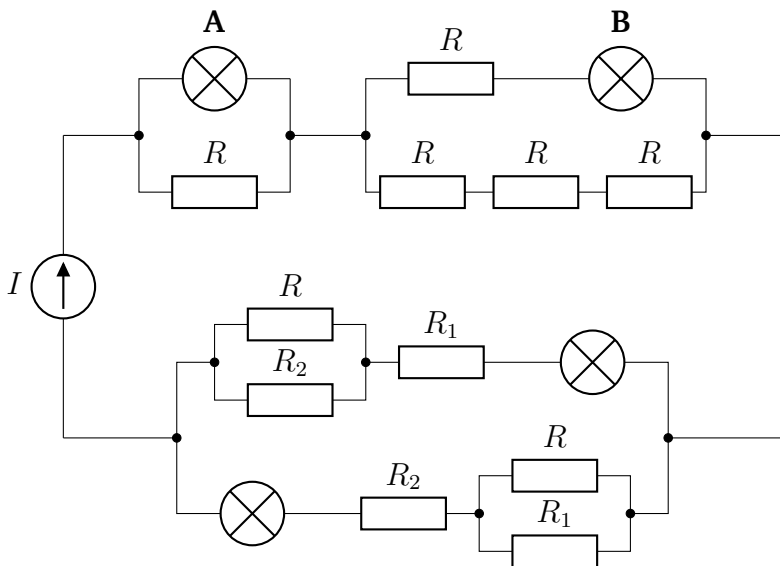
7. (ШВАБРА) Швабра с длинной ручкой лежит горизонтально на указательных пальцах вытянутых рук (см. рис.). Объясните, что произойдёт, если держать левую руку на месте и медленно приближать к ней правую руку, держа её всё время на одной и той же высоте? Что случится, если держать правую руку на месте и медленно приближать к ней левую руку, не меняя высоты, на которой расположена рука? Что случится, если одновременно медленно приближать обе руки друг к другу? Опишите процессы,

используя физические закономерности, вплоть до положения, в котором руки нельзя больше двигать. Поясните ответы. (10 б.)

8. (ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД) Уровень мирового океана во время максимума последнего ледникового периода был на $h = 120$ м ниже, чем сегодня. Средняя солёность мирового океана тогда была $\nu_0 = 3,60\%$, в то время как сейчас она составляет $\nu_1 = 3,47\%$. Какую часть растаявшего за это время льда составлял морской лёд?

Лёд может либо опираться на земную поверхность (материковый лёд), либо плавать в океане (морской лёд). Прочие резервуары воды на Земле, помимо льда и океанов, пренебрежимо малы. Предположим для простоты, что плотность воды в мировом океане и береговая линия за это время не изменились, и что материковый и морской лёд вообще не содержат соли. Средняя глубина мирового океана сейчас равна $H = 3680$ м и нынешняя толщина морского льда по сравнению с этим ничтожно мала. (10 б.)

9. (ВАННА С ВОДОЙ) Юку ради интереса оставил после очень холодной ночи на улице ванну с водой. Уровень воды в ванне $h = 10$ см. Температура поверхности земли $T_1 = -10^\circ\text{C}$, а температура воздуха $T_2 = 10^\circ\text{C}$. Какой толщины слой льда образуется на дне ванны по прошествии длительного времени? Считать, что лёд сцепляется с дном ванны, и что температуры земли и воздуха не изменяются значительно. Зависимость плотностей воды и льда от температуры пренебрежимо мала, а длина и ширина ванны значительно больше, чем глубина первоначального слоя воды. Плотности льда и воды равны $\rho_j = 920$ кг/м³ и $\rho_v = 1000$ кг/м³. Удельные теплопроводности льда и воды равны $k_j = 2,22$ Вт/(°C · м) и $k_v = 0,556$ Вт/(°C · м). *Подсказка:* Коэффициент теплопроводности k описывает способность материала пропускать тепло. Согласно определению, если рассматривать толстый стержень с длиной l и площадью сечения S , разница температур на концах которого равна ΔT , то через сечение стержня проходит суммарный тепловой поток $P = kS\Delta T/l$. (10 б.)



10. (ЛАМПОЧКИ) Ханнес собрал приведённую на рисунке сложную электрическую схему, которая состоит из четырёх одинаковых лампочек от карманного фонарика с номинальным напряжением 6 В и номинальным напряжением 3 Вт, семи резисторов с переменным сопротивлением R , двух резисторов с фиксированным сопротивлением неизвестной величины R_1 , двух резисторов с фиксированным сопротивлением неизвестной величины R_2 и источника постоянного тока силы $I = 1$ А. Ханнес может менять сопротивление семи резисторов с помощью компьютера, однако, из-за программной ошибки, он может назначить им всем лишь одинаковое сопротивление R . Какое сопротивление R должен выставить им Ханнес, чтобы лампа А и лампа В горели одинаково ярко? Какова в этом случае сумма напряжений на клеммах всех четырёх ламп? Считать, что сопротивления ламп не зависят от силы тока. *Подсказка:* Напряжение источника постоянного тока меняется так, что через него всегда проходит ток I , независимо от сопротивления электрической цепи. (12 б.)

Е1. (ОПТИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ) Оцените, у чего оптическая плотность больше: у воды или у растительного масла? Обоснуйте результат. *Оборудование:* вода, растительное масло, прозрачная бутылка с отрезанной верхней частью. (10 б.)

Е2. (ПЛОТНОСТЬ БУМАГИ) Во сколько раз отличаются плотности бумажной обёртки шоколадки и фольги? *Оборудование:* Шоколад Анпеке 300 г, ножницы. (12 б.)

NB! В обеих задачах среди разрешённого к использованию оборудования нет линейки!

Задачи и решения олимпиады по физике находятся по адресу <http://efo.fyysika.ee>.

Присоединяйтесь к нашей страничке в Facebook

www.facebook.com/fyysikaolympiaad