

XXXII открытое соревнование по физике школьников Эстонии

20 ноября 2021 года. Задачи младшей группы (до 10-го класса)

Просим решение каждой задачи писать на отдельном листе.

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

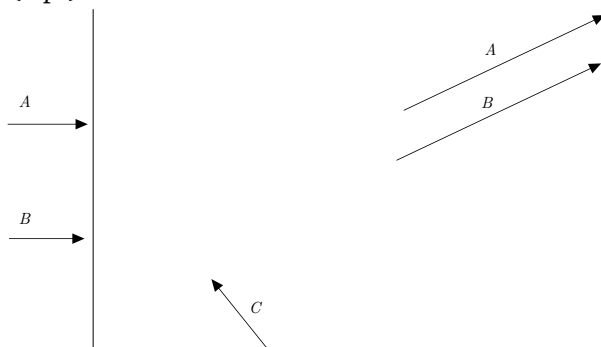
В зачёт идут 6 решений, набравших наибольшее количество баллов.

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

Прочие вспомогательные инструменты запрещены.

1. (КОТ И МЫШЬ) Кот замечает пробегающую мимо мышшь и начинает её преследовать. В момент начала преследования мышшь движется перпендикулярно прямой, соединяющей обоих животных, и продолжает двигаться прямолинейно в том же направлении с той же скоростью. Найдите наименьшее возможное время, требующееся коту, чтобы поймать мышшь. Кот двигается в два раза быстрее мышши и ему потребовалось бы 3 секунды, чтобы достигнуть неподвижную мышшь. Затраченное на ускорение время можно считать пренебрежимо малым. (6 р.)

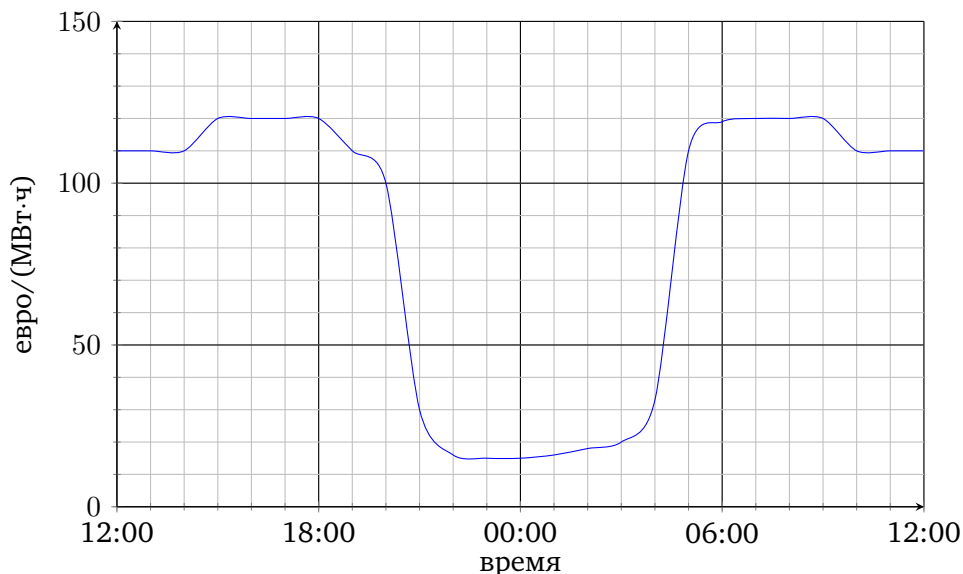
2. (ПРИЗМА) На рисунке изображён путь двух лучей (A и B) перед вхождением в стеклянную призму и после выхождения из неё. Все лучи (как и рисунок) находятся в плоскости, перпендикулярной преломляющей лучи поверхности призмы. Местонахождение левого края стеклянной призмы известно и изображено вертикальной линией; призма находится по правую сторону этой линии. Путь луча C до вхождения в призму также дан на рисунке. Сконструируйте путь луча C после выхождения из призмы. *Примечание:* можете использовать упрощения, вытекающие из особенности рисунка. (8 р.)



3. (РЕЗИСТОРЫ) Костя измеряет напряжение на клеммах батареи идеальным вольтметром и получает $V_0 = 4,2$ В. После этого он подключает резистор последовательно батарее и снова измеряет напряжение на клеммах батареи, получая $V_1 = 3,5$ В. Затем он подключает к клеммам ещё один резистор, идентичный предыдущему, параллельно ему и снова измеряет напряжение на клеммах батареи V_2 . Найдите V_2 . (8 р.)

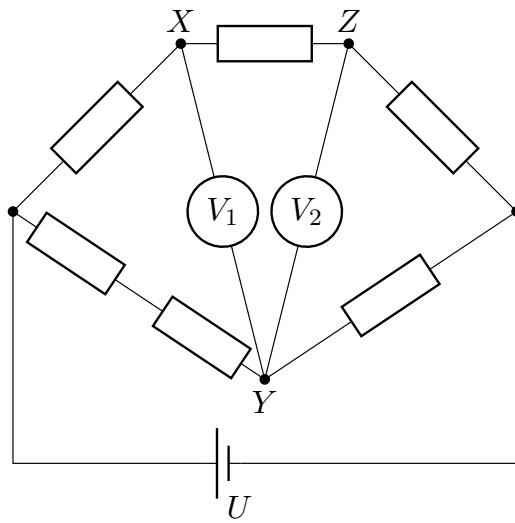
4. (БЛОК) На идеальный блок подвешены два груза с массами m и $M = 3m$. Меньший груз находится на полу, больший груз держат на высоте H так, что соединяющая грузы нить находится под натяжением. Когда отпускают больший груз, система начинает свободно двигаться под действием силы тяжести. На какую максимальную высоту h_{\max} поднимется меньший груз в процессе движения? Ускорение свободного падения g , а нить достаточно длинная, что меньший груз не достанет до блока. (8 р.)

5. (ВОДЯНОЙ БОЙЛЕР) Ввиду колеблющихся цен на электричество Иван начал думать, что надо бы уменьшить счёт за электричество. В доме семьи Ивана тёплую воду получают при помощи водяного бойлера, который нагревает поступающую из водопровода холодную воду. Основное потребление тёплой воды в семье Ивана происходит каждый вечер, когда вся семья идёт в душ после общих занятий спортом. На всю компанию затрачивается $V = 150$ л воды, температура которой $T_p = 32^\circ\text{C}$. Иван планирует купить в магазине дополнение к бойлеру, которое нагревает находящуюся в бойлере воду именно тогда, когда цена на электричество самая низкая. За сколько принятий душа дополнение окупит себя, если его цена 40 евро? Температура холодной воды в водопровode $T_k = 10^\circ\text{C}$, бойлер нагревает воду до температуры $T_s = 65^\circ\text{C}$, мощность бойлера $P = 2$ кВт. Семья Ивана начинает душевые процедуры каждый вечер в 19 часов и затрачивают на них один час. Без дополнения бойлер начинает нагревать ещё воды как только воду начинают использовать. Можете предположить, что бойлер не теряет тепло и бойлер достаточно большой, что в течение дня тёплая вода не заканчивается. Удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200$ Дж/(кг · К), плотность $\rho = 1000$ кг/м³. Изменение цены на электричество в течение дня изображено на графике. (10 р.)

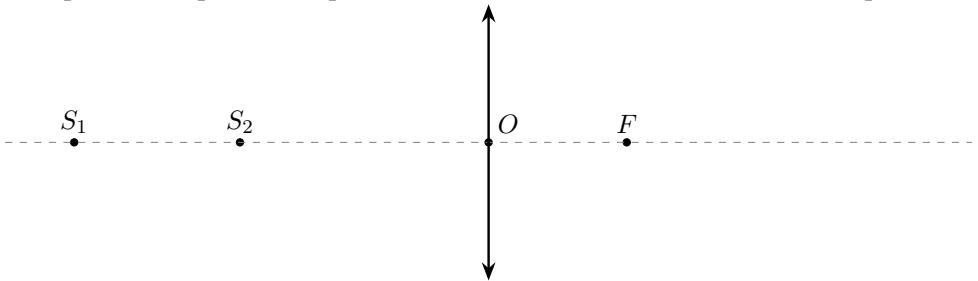


6. (КИПЯЧЕНИЕ ВОДЫ) Одним утром Костя проснулся поздно, и чтобы успеть на лекцию, ему пришлось поторопиться. Для приготовления завтрака ему нужно было вскипятить воду. Для этого он поставил кастрюлю на электроплиту и налил в неё $V_0 = 2$ л воды при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$. Поскольку у Кости не было много времени, он нагревал плиту максимальной мощностью $P = 3$ кВт, накрыв при этом кастрюлю крышкой. Он заметил, что из-за большой мощности вода возле дна начала почти сразу испаряться, причём пар выходил через круглое отверстие в крышке. Будучи хорошим студентом-физиком, увидел Костя в этой ситуации возможность повторить к лекции материал, и решил вычислить, сколько времени пройдёт до закипания воды. Он измерил диаметр отверстия в крышке $d = 5$ мм и скорость выходящего через него пара $u = 0,5$ м/с. Он знал, что плотность воды $\rho_v = 1000$ кг/м³, удельная теплоёмкость $c_v = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, удельная теплоты парообразования $\lambda = 2300$ кДж/кг, плотность пара $\rho_a = 0,59$ кг/м³. (10 р.)

7. (ПЯТИУГОЛЬНИК) В схеме, изображённой на рисунке, идеальная батарейка с напряжением U , идеальные вольтметры V_1 и V_2 , а также одинаковые резисторы с сопротивлением R . Найдите, как изменится показание вольтметра V_2 , если вольтметр V_1 заменить идеальным амперметром A . (10 р.)



8. (ВЫПУКЛОЕ ЗЕРКАЛО) На рисунке изображена собирающая линза, её главная оптическая ось и один из фокусов. Также известно, что где-то в оптической схеме есть выпуклое зеркало. Если поместить точечный источник света в точки S_1 или S_2 , то возникшие изображения совпадут с источником света. Найдите положение выпуклого зеркала с помощью построений. Приведите решение на дополнительном листе. (10 р.)



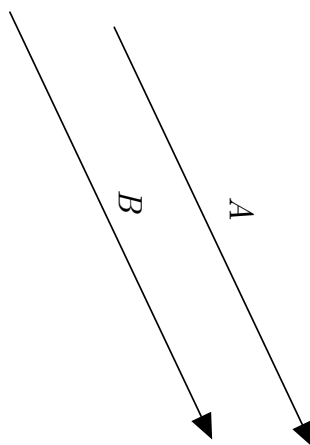
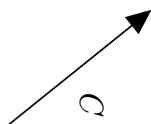
9. (СОЛЁНАЯ ВОДА) Цилиндрический сосуд заполнен до уровня $H = 20$ см солёной водой, плотность которой $\rho_s = 1,25$ г/см³. В цилиндр кидают ледяные кубики из пресной воды в таком количестве, что уровень жидкости в сосуде поднимается на $h = 10$ см. На сколько (и в каком направлении) изменится уровень жидкости в цилиндре, когда весь лёд растает и пресная вода смешается с солёной водой? Плотность пресной воды $\rho_v = 1,00$ г/см³, а плотность льда $\rho_j = 0,90$ г/см³. Считайте, что разность плотности солёной и пресной воды равна процентному содержанию соли в солёной воде. *Примечание:* не обязательно все данные должны понадобиться. (12 р.)

10. (ВЕЛОСИПЕДИСТ) Юра отправился в поездку по горам на велосипеде. На склоне, угол наклона которого равен α , он решил остановиться. Решив поехать дальше, Юра обнаружил, что опираясь всей массой на одну горизонтально расположенную педаль, велосипед не будет двигаться ни вперёд, ни назад, а будет оставаться на месте. Плечо силы педали равно a , радиус колеса – R , а на шестерёнке, расположенной у педали, в N раз больше зубьев, чем на расположенной у заднего колеса шестерёнки. Найдите отношение зубьев N . Массой велосипеда в сравнении с массой Юры пренебречь. (12 р.)

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>

2. (ПРИЗМА – ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ)



8. (ВЫПУКЛОЕ ЗЕРКАЛО – ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ)

