

XXXI открытое соревнование по физике школьников Эстонии

21 ноября 2020 года. Задачи младшей группы (до 10-го класса)

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.

Просим решения каждой задачи писать на отдельном листе и сканировать в отдельные файлы.

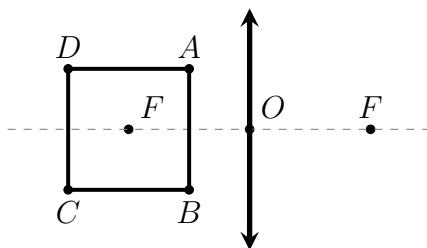
1. (РОБОТ-КУРЬЕР) Учась в своей комнате в общежитии, студентка Элле обнаружила, что сильно проголодалась. Столовая расположена на приличном для пешей прогулки расстоянии $l = 1500$ м, но, к счастью, она может заказать оттуда еду с помощью робота-курьера. Элле хотела бы получить еду как можно быстрее и готова прогуляться навстречу роботу. На какое расстояние от столовой должна она указать конечную цель робота, чтобы получить еду как можно раньше? У столовой уйдёт на приготовление еды и загрузку её в робота время $t_1 = 5$ мин. Элле гуляет по студенческому городку со скоростью $u = 6$ км/ч, робот же едет со скоростью $v = 4$ км/ч. (6 б.)

2. (КУБИК) В сосуде, в котором расположены слоями вода и масло, плавает кубик с длиной стороны $a = 10$ см. Кубик находится полностью в жидкостях, частично в воде и частично в масле. Внутрь кубика помещают грузик, в результате чего кубик погружается на $x = 2$ см глубже, оставаясь, по-прежнему, частично в масле и частично в воде. Найдите массу грузика. Плотность масла $\rho_{\text{oli}} = 0,8 \text{ г}/\text{см}^3$, плотность воды $\rho_{\text{vesi}} = 1,0 \text{ г}/\text{см}^3$. Считать, что нижняя грань кубика остаётся горизонтальной. (8 б.)

3. (ЛЁД) В воду с массой m и температурой t добавляют такое же по массе количество льда при температуре таяния. По прошествии некоторого времени лёд полностью растаял и вода перемешалась. Насколько опустилась температура воды по сравнению с первоначальной? Теплообменом со внешней средой пренебречь. Теплота таяния льда равна λ , удельная теплоёмкость воды равна c , температура таяния льда $T = 0^\circ\text{C}$. (8 б.)

4. (ВОЛЬТМЕТРЫ) В электрической цепи соединены последова-

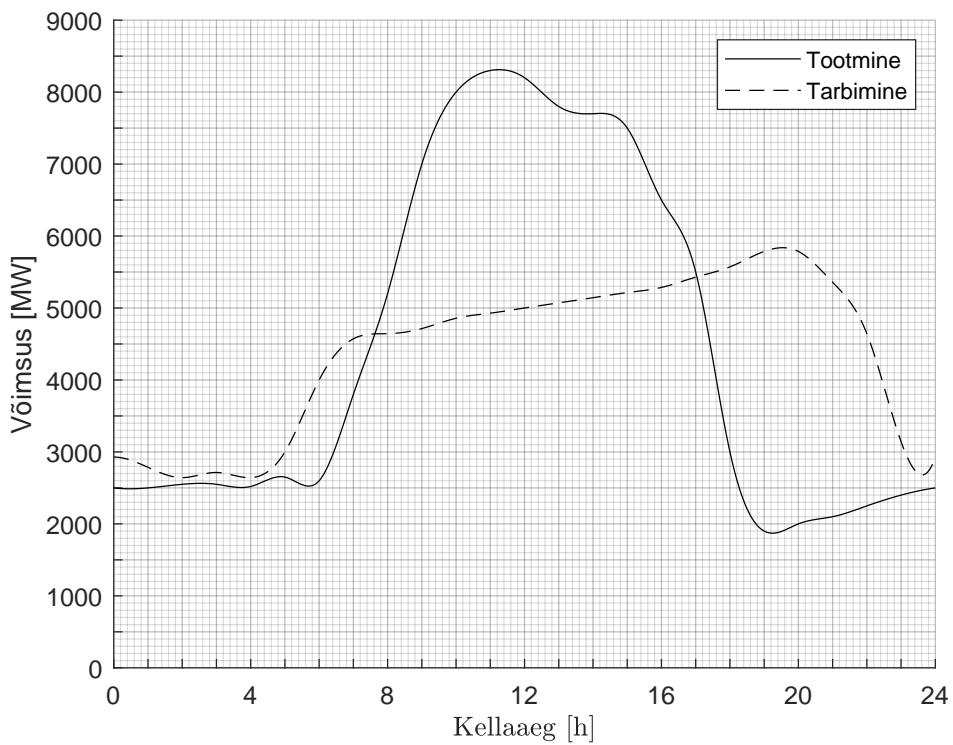
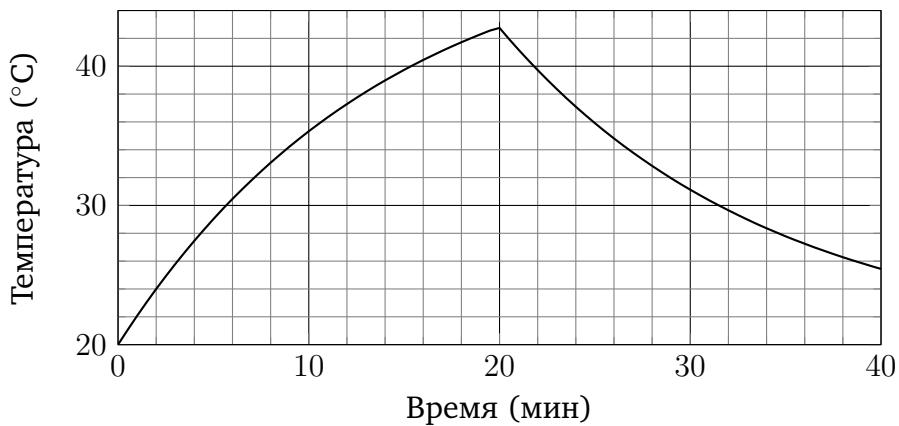
тельно три одинаковых резистора с сопротивлениями $R = 5000 \Omega$. Напряжение на концах электрической цепи $U = 150$ В. На концах двух резисторов одновременно измеряют напряжение двумя разными вольтметрами. Сопротивление первого вольтметра $R_1 = 6000 \Omega$, сопротивление второго вольтметра $R_2 = 4000 \Omega$. Какое напряжение показывает каждый из вольтметров? (8 б.)



5. (КВАДРАТ В ФОКУСЕ) Постройте изображения вершин и сторон квадрата $ABCD$ в выпуклой линзе, если известно, что центр квадрата F находится в фокусе, а фокусное расстояние линзы равно длине стороны квадрата ($|AB| = |OF|$, где O — оптический центр линзы). (8 б.)

6. (СВЕЧКА) Стаканчик, в котором находится $m = 0,2$ кг воды, подогревают с помощью пламени чайной свечи. Через $T = 20$ мин после того, как зажгли свечу, её тушат и дают стаканчику остыть. В течение всего процесса измеряли температуру воды, одновременно её помешивая. Результаты измерения приведены на графике ниже. Найдите мощность, с которой чайная свеча нагревала стаканчик. Удельная теплоёмкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельную теплоёмкость стаканчика считать пренебрежимо малой по сравнению с теплоёмкостью находящейся в нём воды. (10 б.)

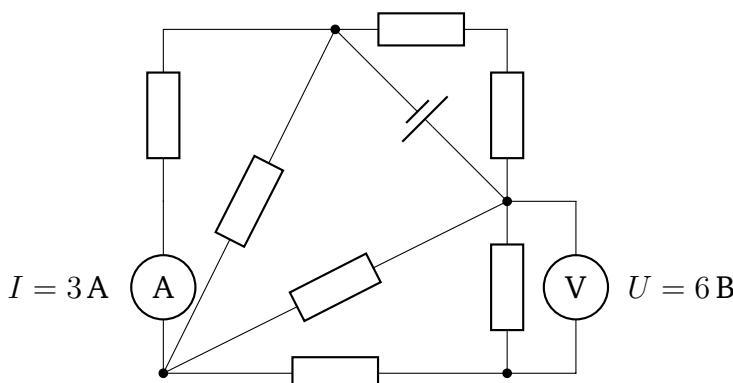
7. (НАСОСНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ) Куррунуррувати – это современное тропическое островное государство, которое использует много солнечной энергии. Электрическую энергию от солнечных панелей можно получать только днём, когда светит солнце, в то время как потребность островного государства в электрической энергии вечером и ночью намного выше того, что получается производить. На



Куррунуррувуты для запасания излишков электроэнергии применяется насосная электростанция, которая использует потенциальную энергию гравитации, перекачивая воду из расположенного ниже резервуара в расположенный выше в те моменты, когда производство энергии превышает её потребление. Во время же пиков потребления поднятой вверх воде дают течь обратно вниз через гидротурбины для производства электроэнергии. Разница уровней двух резервуаров воды на насосной электростанции острова Куррунуррувуты $h = 430$ м, и она остаётся постоянной на протяжении всего дня. Эффективность насосов $\eta = 95\%$. На графике выше приведены данные потребления и производства электроэнергии одного весеннего дня. Найдите, сколько тонн воды перекачали насосы из нижнего резервуара в верхней за этот день? (10 б.)

8. (ГЛАЗ САУРОНА) В расширенной версии фильма “Властелин колец” можно увидеть сцену, в которой глаз Сауриона видит Фродо на склоне Роковой горы. Оцените, какой величины должен был быть минимальный размер зрачка глаза Сауриона для того, чтобы Саурон был ещё способен различить Фродо на слоне горы? Саурон видел Фродо с высоты $h = 1500$ м и с расстояния $l = 48$ км при том, что рост Фродо $a = 110$ см.

Подсказка: Минимальный угол θ , при котором две точки ещё можно различить друг от друга, описывается критерием Рэлея: $\sin \theta = \lambda/d$, где $\lambda = 555$ нм – это длина волны использующегося света, а d – диаметр отверстия. (10 б.)



9. (ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ) Изображённая на рисунке электрическая цепь содержит идеальный источник тока, вольтметр, амперметр и резисторы с одинаковым сопротивлением. Показание вольтметра $U = 6$ В, а показание амперметра $I = 3$ А. Найдите напряжение источника тока U_0 , а также сопротивления резисторов R . (10 б.)

10. (ЛЕТО) В один прекрасный день в далёком будущем, когда форма орбиты Земли изменится, она будет ближе всего к Солнцу в день летнего солнцестояния. В этот день Солнце светит на 30% ярче, чем в день зимнего солнцестояния в тот же год, т.е. на солнечную панель, расположенную перпендикулярно лучам солнечного света, падает на 30% более высокая мощность излучения. На сколько дней будут различаться продолжительность зимы и лета в этот год, и что из них будет длиться дольше? При решении можно полагать, что орбитой Земли является окружность, но Солнце не расположено в её центре. Считать, что лето и зима начинаются, соответственно, со дня летнего и зимнего солнцестояния, т.е. в момент, когда угол между отрезком, соединяющим Землю и Солнце, и отрезком, соединяющим центр Земли и северный полюс, соответственно, наименьший и наибольший. Лето и зима заканчиваются в момент, когда прямая, соединяющая Солнце и Землю, перпендикулярна оси вращения Земли. Полагать, что в течение года направление оси вращения Земли не меняется. Период обращения Земли $T = 365,26$ дней. Эффектами атмосферы пренебречь.

Подсказка: Согласно 2-му закону Кеплера, отрезок, соединяющий планету и Солнце, проходит за одинаковые промежутки времени одинаковую площадь. (12 б.)

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

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