

XXXIII открытое соревнование по физике школьников Эстонии

3 декабря 2022 года. Задачи младшей группы (до 10-го класса)

Просим решение каждой задачи писать на отдельном листе.

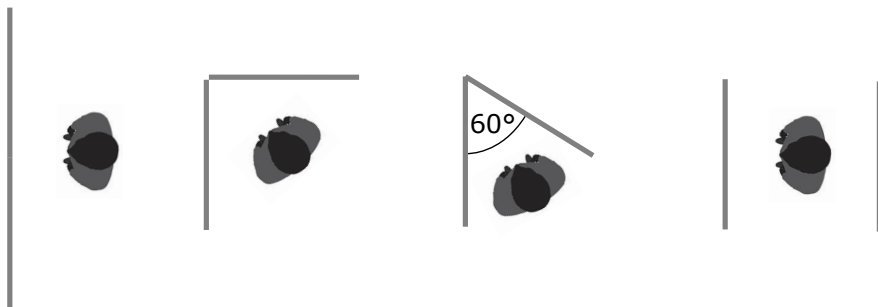
Время решения 5 часов. Каждый участник может решать все предложенные задачи.

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. (ДВА ЗЕРКАЛА)** Рина купила себе домой два плоских зеркала, но перед тем, как повесить их на стену, она с ними немного поэкспериментировала. Она установила зеркала четырьмя разными способами: рядом друг с другом, под углом 90 градусов, под углом 60 градусов, параллельно друг на против друга (см. рисунок). В каком случае Рина увидит больше всего своих изображений? Сколько? NB! Будем учитывать только такие изображения, при которых Рина будет видеть всё своё тело. (8 б.)



- 2. (КИРПИЧИКИ)** 2-летняя Аня пытается положить игрушечные кирпичики друг на друга так, чтобы самый верхний кирпичик был относительно самого нижнего сдвинут как можно больше. Какой наибольший сдвиг между верхним и нижним кирпичиком она может теоретически достичь, если у неё есть 4 кубических кирпичика с длиной ребра $a = 6$ см? По правилам игры кирпичики можно сдвигать только в направлении одного ребра, а их рёбра должны оставаться параллельными. (8 б.)

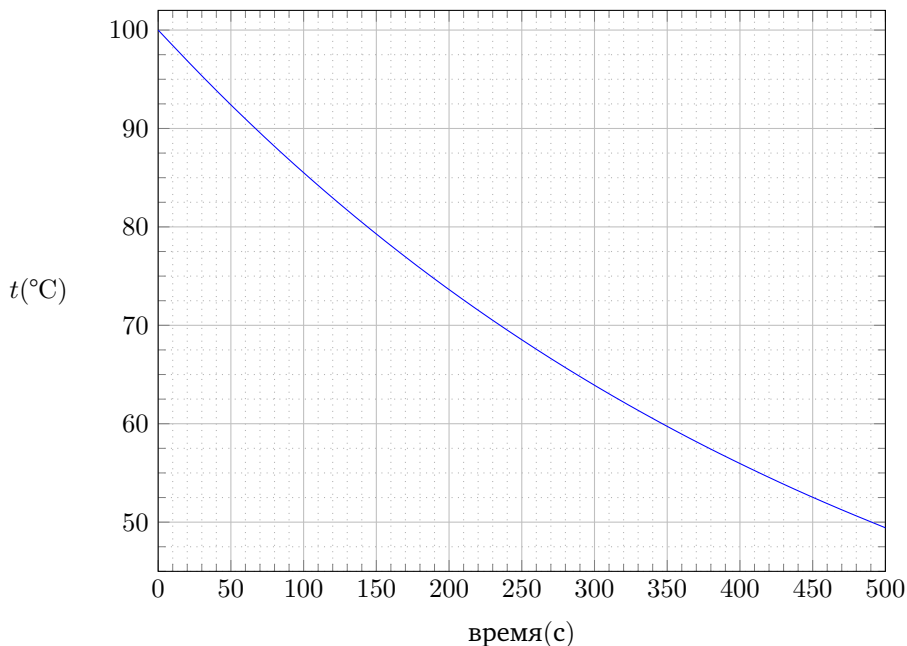
- 3. (ОЗЕРО ТИТИКАКА)** Из озера Титикака на границе Боливии и Перу вытекает единственная река Десагуадеро со скоростью $v = 10$ м³/с. Площадь озера составляет $S = 8400$ км², а средняя скорость испарения воды с поверхности озера за год равна $b = 2000$ мм. Найдите солёность озера Титикака, если солёность входящей воды составляет $c = 10$ мг/л. Полагайте, что концентрация соли в озере и уровень воды в каждый момент равномерны. (8 б.)

4. (АВТОГОНКА) В автогонке лидирует синяя машина, а на втором месте находится красная машина. Средние скорости машин равны соответственно $110 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $108 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Последний промежуточный пункт находится на расстоянии 10 км от финиша, и там преимущество синей машины перед красной составляет 40 с. Точно через 4 мин после промежуточного пункта у синей машины происходит техническая поломка и она не может двигаться дальше с прежней скоростью.

(а) Какова суммарная длина автогонки?

(б) С какой наименьшей средней скоростью должна синяя машина преодолеть оставшуюся часть пути, чтобы не проиграть красной машине? (8 б.)

5. (ЧАЙ С МОЛОКОМ) Юле нравится пить чай с молоком, который при температуре ровно 50°C . Чтобы её достичь, Юля наливает в чашку при комнатной температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ чай массой $m_v = 300$ г при температуре $t_2 = 100^\circ\text{C}$ и ждёт, пока он немного остынет. Тогда Юля наливает $m_p = 100$ г молока из холодильника при температуре $t_3 = 4^\circ\text{C}$, получая напиток при температуре ровно $t_0 = 50^\circ\text{C}$. Найдите, сколько времени должна Юля подождать после наливания чая в чашку перед наливанием молока. Удельная теплоёмкость чая $c_v = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, удельная теплоёмкость молока $c_p = 3890 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, а теплоёмкость чашки $C_t = 300 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$. Известно, что если молоко не наливать, то температура чая и чашки будет меняться со временем согласно приведённому графику. Полагайте, что теплообмен между чашкой, чаем и молоком происходит гораздо быстрее теплообмена с воздухом. *Примечание:* Теплоёмкостью называют произведение массы и удельной теплоёмкости. (10 б.)



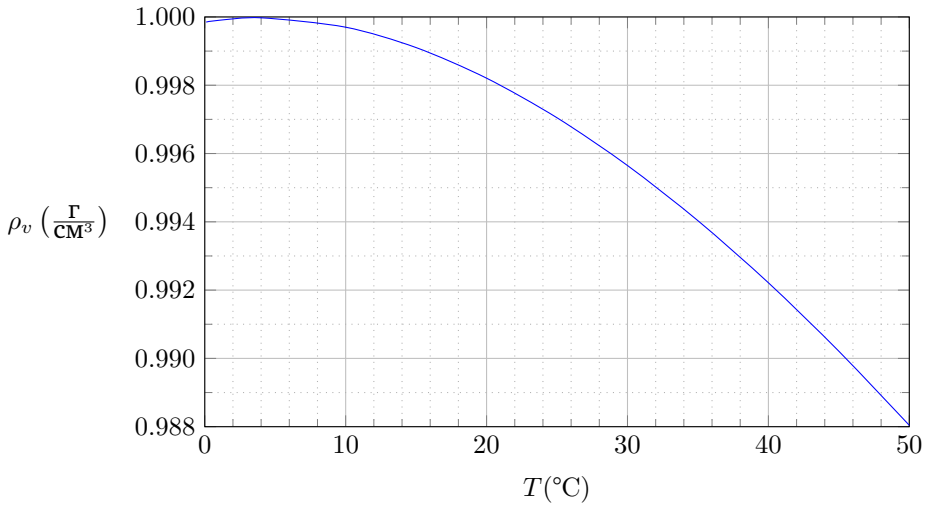
6. (ВДЫХАНИЕ ГЕЛИЯ) Юра находится с мамой на карнавале и в момент времени $t_0 = 0$ с стоит на очень точных весах. В момент времени $t_1 = 5$ с мама даёт Юре заполненный гелием воздушный шарик и сразу же отступает в сторону, чтобы Юру сфотографировать. Юра слышал от друзей, что если гелий вдохнуть, то после этого будет забавно говорить. В промежуток времени от $t_2 = 10$ с до $t_3 = 12$ с вдыхает Юра гелий из воздушного шарика в лёгкие и начинает сразу после этого рассказывать один анекдот. Юра говорит до момента времени $t_4 = 20$ с, после чего он больше не может сдерживать смех, и воздушный шарик вылетает у него из рук. Покажите показание весов (в килограммах) в промежуток времени от 0 с до 25 с. Масса Юры $m_J = 20$ кг, объём лёгких $V_J = 2$ л, объём воздушного шарика $V_P = 4$ л, масса оболочки воздушного шарика $m_K = 1$ г, плотность гелия $\rho_H = 0,167 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$, плотность воздуха $\rho_A = 1,168 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$. Полагайте, что вдыхание и выдыхание (при разговоре) происходят равномерно, и Юра использует для этого весь свой объём лёгких, т.е. перед вдохом и в конце речи его лёгкие пустые, а в конце вдоха заполнены. (10 б.)

7. (НЕИЗВЕСТНОЕ ЧИСЛО РЕЗИСТОРОВ) Резисторы с сопротивлением $R = 12$ Ом присоединены каждый к двум своим соседям так, что они образуют замкнутый контур в виде правильного многоугольника, но при этом неизвестно, сколько резисторов в этой цепи. Одну клемму омметра присоединяют к точке A цепи, другую клемму можно присоединить к точкам B и C цепи. Известно, что между точками B и C находится ровно один резистор. Измерения показывают, что $R_{AB} = 16$ Ом и $R_{AC} = 10$ Ом. Сколько резисторов всего в цепи? (10 б.)

8. (ЭЛЕКТРОНЫ) Хотя в каждом атоме меди много электронов, только один из них может свободно перемещаться по металлу и участвует в создании электрического тока — это так называемый электрон проводимости. В случае переменного тока электроны проводимости движутся с некоторой амплитудой вперёд-назад по проводу. Найдите расстояние, которое проходят электроны за один полупериод, если у нас медный провод, площадь поперечного сечения которого $S = 1 \text{ мм}^2$, а потребляемая мощность — $P = 1$ кВт. Плотность меди $\rho = 9 \frac{\text{Г}}{\text{СМ}^3}$, её молярная масса $M = 64 \frac{\text{Г}}{\text{МОЛЬ}}$. Напряжение сети $U = 230$ В и частота $f = 50$ Гц. Хотя в реальности напряжение и сила тока меняются во времени синусоидально, можете упрощённо полагать, что за один полупериод напряжение, прилагаемое к потребителю, равно $+U$, а за другой — $-U$. Заряд электрона $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, число Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{МОЛЬ}}$. (12 б.)

9. (ПЛОТНОСТЬ) Эмма изготовила ледяной кубик, внутрь которого положила монету. Затем Эмма положила ледяной кубик в заполненный водой цилиндрический сосуд, и через некоторое время кубик растаял. На сколько изменился уровень воды в сосуде начиная с момента, когда Эмма положила кубик в сосуд, до достижения теплового равновесия? Полагайте, что лёд, монета и вода теплоизолированы от окружающей среды. Масса льда $m_j = 50$ г, плотность $\rho_j = 0,917 \frac{\text{Г}}{\text{СМ}^3}$, удельная теплота плавления $\lambda = 334 \frac{\Delta\text{Ж}}{\text{Г}}$, начальная

температура $t_j = 0^\circ\text{C}$; масса монеты $m_m = 4\text{ г}$, плотность $\rho_m = 8,96 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, начальная температура $t_m = t_j$, удельная теплоёмкость $c_m = 0,39 \frac{\text{Дж}}{\text{г}\cdot^\circ\text{C}}$; масса воды $m_v = 200\text{ г}$, начальная температура $t_v = 50^\circ\text{C}$, удельная теплоёмкость $c_v = 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{г}\cdot^\circ\text{C}}$; площадь основания цилиндрического сосуда $S = 40\text{ см}^2$. Зависимость плотности воды от температуры приведена на графике. (12 б.)



10. (УГОЛ) У шпиона дома есть собака, которую для практики шпионажа он хочет всегда держать в поле зрения. В доме есть коридор, посреди которого находится угол величиной α , за которым собака иногда отдыхает у стены. Шпиону же нравится отдыхать по другую сторону угла, также у стены. Для таких случаев у шпиона есть выпуклая линза дискообразной формы радиусом $r = 5\text{ см}$ с фокусным расстоянием $f = 10\text{ см}$, которую он может расположить в коридоре в свободно выбранном месте, со свободно выбранной ориентацией. Каков наименьший угол α , при котором шпион может наблюдать за собакой в данной ситуации при помощи линзы? Можете полагать, что расстояние как от шпиона, так и от собаки до угла намного больше, чем их размеры, которые в свою очередь намного больше, чем радиус линзы. Линзу можно рассматривать как идеальную тонкую линзу. (14 б.)

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

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