

69-я олимпиада по физике школьников Эстонии

12 февраля 2022 года. Региональный тур

Задачи гимназии (10-12 классы)

Просим решение каждой задачи писать на отдельном листе.

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

В зачёт идут 5 теоретических и 1 экспериментальная задача, набравшие наибольшее количество баллов.

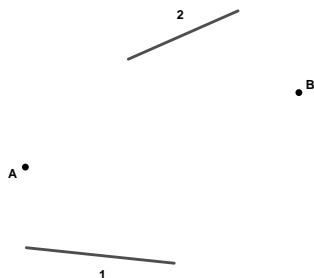
Можно использовать принадлежности для письма и черчения, а также калькулятор.

Прочие вспомогательные средства запрещены.

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

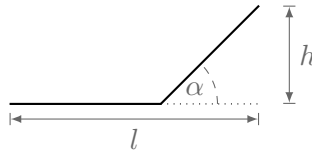
Оценка погрешности измерения не требуется.

1. (ЗЕРКАЛО В ЗЕРКАЛЕ) В комнате висят два плоских зеркала. Артём (обозначенный точкой A), смотря в зеркало, увидел Василия (обозначенного точкой B). Сконструлируйте ход лучей, как Артём мог увидеть Василия в зеркале/зеркала. Найдите все возможности. Решение представьте на дополнительном листе. (6 б.)



2. (ПРОВОД) Петя хочет избежать замерзания растений в парнике и принёс туда электрический генератор с номинальной мощностью $P = 2$ кВт и номинальным напряжением $V_0 = 230$ В. Чтобы его подключить, он использует удлинитель длиной $L = 40$ м, который состоит из двух медных проводов, расположенных рядом друг с другом, с площадью поперечного сечения $S = 1$ мм². Удельное сопротивление меди $\rho = 17 \frac{\text{МОм} \cdot \text{мм}^2}{\text{М}}$. Какая мощность выделяется в виде тепла в проводах, если реальное напряжение сети в розетке $V_p = 240$ В? (8 б.)

3. (ГОРКА) Горка состоит из двух частей: из наклонной под углом α и горизонтальной поверхности. Высота горки h и горизонтальная длина l (см. рис). Горку хотят сделать так, чтобы, съехав с неё, можно было добраться до самого её конца и при этом остановиться. Можно предполагать, что переход от наклонной к горизонтальной поверхности плавный. Какой должен быть коэффициент трения μ санок с горкой? (8 б.)



4. (ДВЕ КОМНАТЫ) Дом состоит из двух квадратных комнат, у которых одна общая стена, а остальные стены наружные. Все стены одинаковые, и коэффициент теплопроводности каждой стены равен k . В одной из комнат в добавок к обычному отоплению есть обогреватель мощности P . Какова разница температур в комнатах? Можно предполагать, что теплообмен не осуществляется через пол и потолок.

Подсказка: мощность теплообмена через стену выражается по формуле $N = k(T_1 - T_2)$, где k — коэффициент теплопроводности, а T_1 и T_2 — температуры двух поверхностей стены. (8 б.)

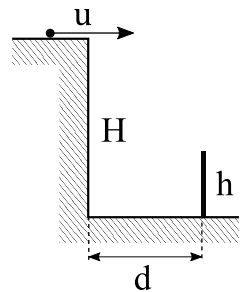
5. (СПУТНИКОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ) Живущий в Лапландии (на широте $\varphi = 67^\circ$) Юсуп желает установить себе спутниковое телевидение. Спутники, обеспечивающие спутниковое телевидение, располагаются на геостационарных орбитах. Предполагайте, что спутниковое телевидение работает, если спутник находится над горизонтом. Радиус Земли $R = 6371$ км, период обращения Земли вокруг своей оси $T = 23$ ч 56 мин и ускорение свободного падения на поверхности Земли $g = 9,81$ м/с².

(а) Может ли Юсуп установить себе спутниковое телевидение?

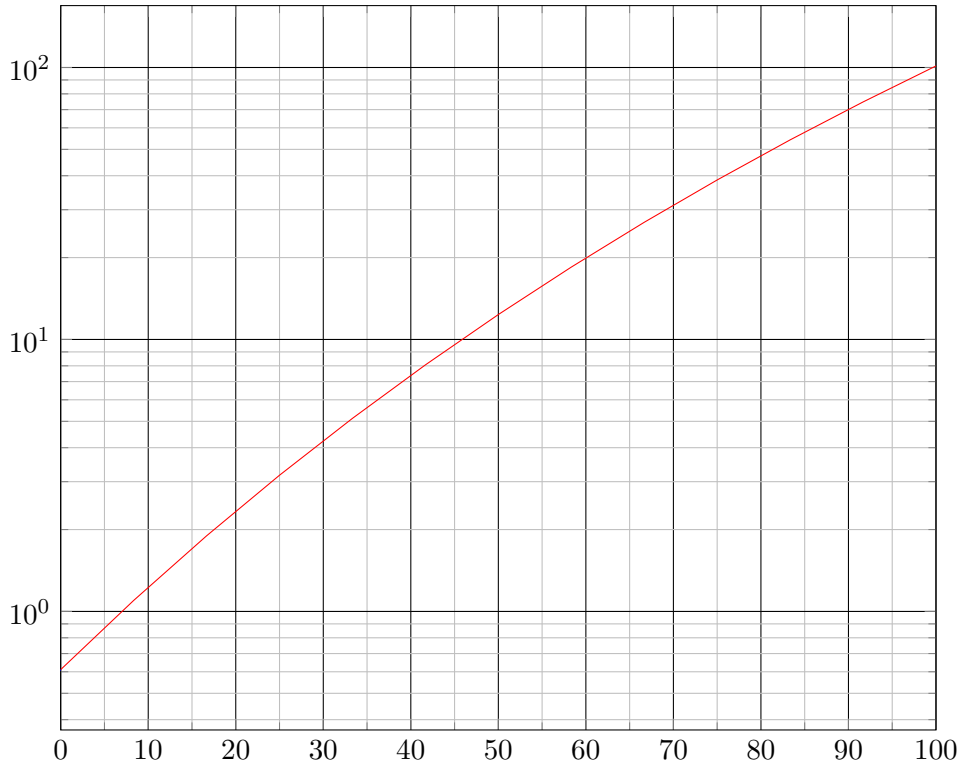
(б) Какова наибольшая широта, при которой ещё можно установить спутниковое телевидение?

Примечание: спутник на геостационарной орбите остаётся неподвижным относительно поверхности Земли. (8 б.)

6. (ДОМИНО) Маленький шарик движется горизонтально со скоростью u в показанном на рисунке направлении и падает с высоты H . На нижней поверхности стоит костяшка домино высоты h , которая падает, если шарик коснётся её. Расстояния от стенки d . Найдите минимальную скорость u , при которой шарик сделает один отскок от пола и потом перелетит через костяшку. Предполагайте, что сопротивление воздуха и трение отсутствуют, и отскок абсолютно упругий. Шириной костяшки и размерами шарика можно пренебречь. Ускорение свободного падения g . (8 б.)



Давление насыщенного пара (кПа) над водой/льдом в зависимости от температуры ($^{\circ}\text{C}$)



7. (ПЛАСТИЛИН) На столе лежит в положении равновесия пластина, которая опирается на пружины. Суммарный коэффициент жёсткости пружин равен k . Абсолютно неупругий кусок пластилина массой m падает на поверхность пластины с высоты h . Через некоторое время с той же высоты падает второй кусок пластилина такой же массы так, что кусок пластилина приземляется на пластину в тот момент, когда пластина движется вверх, находясь на той же высоте, что и исходное положение равновесия. Какова разница высоты между самым нижним положением пластины в процессе её дальнейшего движения и изначальным уровнем положения равновесия? Вес пластины ничтожен по сравнению с весом пластилина, пластилин прилипает к пластине при их соударении, сопротивлением воздуха и трением пружин можно пренебречь. Ускорение свободного падения равно g . (10 б.)

8. (ПУСТАЯ БУТЫЛКА) Шеф-повар моет литровую пластиковую бутылку: набирает в неё немного тёплой воды температуры $t_v = 55^{\circ}\text{C}$, закрывает горлышко бутылки большим пальцем и энергично встряхивает. Теперь,

когда он убирает большой палец от горлышка бутылки, раздается небольшой хлопок, и из бутылки выходит небольшое количество воздуха, так как давление в бутылке выше атмосферного. Какова была разница давлений? В комнате температура воздуха $t_t = 20^\circ\text{C}$, относительная влажность $r = 50\%$ и давление $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Па. Зависимость давления насыщенного пара от температуры приведена на графике. (10 б.)

9. (МОЛНИЯ) Во время удара молнии средняя сила тока $I = 50$ кА и продолжительность удара $\tau = 600$ мкс. Диэлектрическая проницаемость вакуума $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

(а) Оцените, какую часть своего заряда потеряет грозовое облако, если напряжённость электрического поля вблизи поверхности земли перед ударом молнии $E = 20$ кВ/м. Диаметр грозового облака $d = 24$ км. *Подсказка:* можете рассматривать поверхность земли, как нижнюю пластину конденсатора, а грозовое облако, как верхнюю пластину.

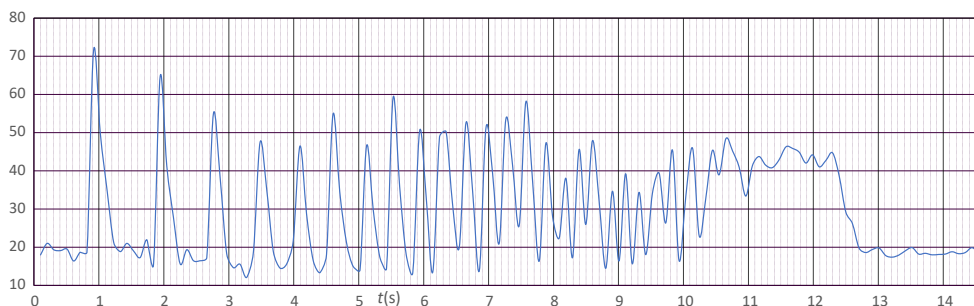
(б) Удельное сопротивление грунта $\rho = 100$ Ом·м. Во время удара молнии человек стоит босиком с расставленными ногами и получает удар током, так как к его ногам прикладывается напряжение $V = 300$ В. Оцените, на каком расстоянии от человека молния ударила в землю. (12 б.)

10. (ПИНГ-ПОНГ) На графике (большой на отдельном листе) приведена интенсивность звука (в децибелах), как функция от времени, когда мяч для пинг-понга прыгает вверх-вниз на горизонтальном столе. Данные мощности звука сняты примерно через каждые 0,1 секунды. Найдите с помощью графика так точно, насколько возможно, сколько процентов кинетической энергии мячика переходит в тепло при каждом ударе.

(а) для первых ударов

(б) для последних ударов.

Примите во внимание, что этот процент остаётся более-менее постоянным от первого до пятого удара, а потом от тринадцатого и до конца. (12 б.)



Е1. (СПАГЕТТИ) Оцените минимальную длину спагетти, чтобы при соединении её концов образовывалась окружность.

Оборудование: 1 обычная спагетти (если спагетти сломаются, можно получить как по крайней мере 9 целых спагетти), миллиметровая бумага. (10 б.)

Е2. (ФОЛЬГА) Найдите поверхностную плотность фольги (массу на единицу площади). Поверхностное натяжение воды $\sigma = 0,072$ Н/м и плотность $\rho = 1000$ кг/м³.

Оборудование: сосуд с водой, фольга, линейка, ножницы.

Подсказка: две воображаемые стороны поверхности жидкости притягивают друг друга с силой $F = \sigma \ell$, где ℓ — длина линии разделения этих сторон. (14 б.)

Задачи и решения олимпиады по физике находятся по адресу:

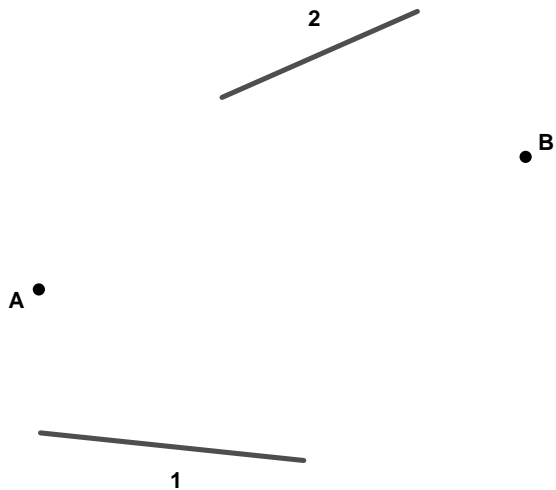
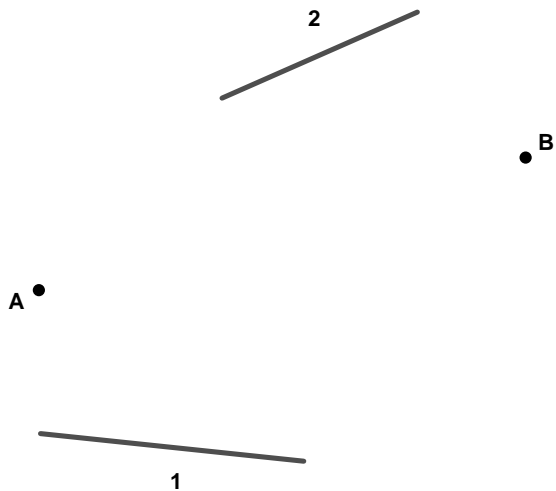
<https://www.teaduskool.ut.ee/et/ainevoistlused/fuusika-lahtine>

<http://efo.fyysika.ee>

Присоединяйтесь к нашей страничке в Facebook:

<https://www.facebook.com/fyysikaolympiaad>

1. (ЗЕРКАЛО В ЗЕРКАЛЕ — ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ)



10. (ПИНГ-ПОНГ — ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ)

