

Олимпиада «Высшая проба» проводится при поддержке Сбера, приветствуем участников соревнования!



Поздравляем — ты являешься участником заключительного этапа олимпиады по профилю «Физика»!

Сбер, как и ты, всегда стремится к амбициозным задачам и гениальным прорывам. Желаем тебе блистательной победы!!

Приступая к выполнению заданий, вы подтверждаете, что профиль и класс в заданиях соответствует сведениям, указанным вами при регистрации.

Время выполнения заданий — 240 минут.

Пишите разборчиво. В работе не должно быть никаких пометок, не относящихся к ответам на вопросы. Если Вы не знаете ответа, ставьте прочерк.

Проверяться будет как сам ответ в бланке, так и черновики, по которым будет восстанавливаться логика получения результата.

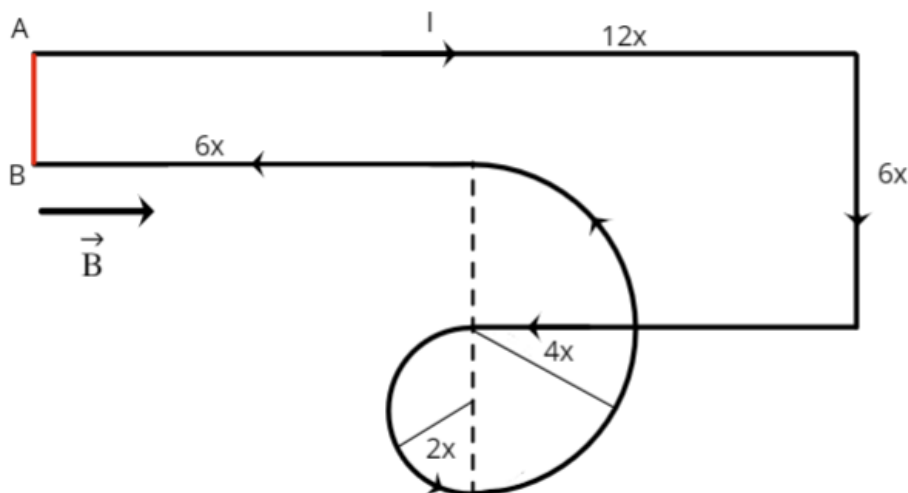
Максимальное количество баллов — 100.

Задача 1. В космическом вакууме в состоянии невесомости и покоя находятся 3 одинаковых сферических капли жидкого галлия, которые соприкасаются друг с другом. В некоторый момент времени происходит слияние двух капель из трех. Определите, с какой относительной скоростью начнут разлетаться получившаяся и третья оставшаяся капли, если считать, что после слияния у них остается только поступательная кинетическая энергия, а потерями на тепло можно пренебречь. Найдите, на сколько сократится скорость удаления капель после продолжительного времени. Исходный радиус капель $R = 1$ см, поверхностное натяжение $\sigma = 0,74$ Н/м, плотность жидкого галлия $\rho = 6100$ кг/м³, гравитационная постоянная $G = 6.7 \cdot 10^{-11}$ м³/кг·с².

Задача 2. Юный экспериментатор решил исследовать КПД теплового двигателя, цикл которого состоит из трех процессов с постоянными теплоемкостями. В первом процессе работа газа совпадала с изменением внутренней энергии и была положительной, на втором была в 2 раза меньше изменения внутренней энергии и отрицательна, а на третьем участке равнялась нулю. Определите КПД данной тепловой машины, если в качестве рабочего тела цикла использовался гелий, а максимальная температура была в 9 раз больше минимальной.

Задача 3. Оптическая система состоит из трёх собирающих линз. Все линзы идеальные, параллельны друг другу, их оптические центры лежат на одной оси. Первая линза имеет фокусное расстояние $F_1 = 100$ мм. Вторая линза имеет фокусное расстояние $F_2 = 50$ мм расположена на расстоянии 150 мм справа от первой линзы. Третья линза, называемая объективом, расположенная на расстоянии $L = 100$ мм справа от второй линзы, имеет фокусное расстояние $F_3 = 10$ мм. Слева на первую линзу падает два широких луча. Лучи и оптическая ось системы находятся в одной плоскости. Если принять, что оптическая ось системы ориентирована горизонтально, то первый луч падает сверху, образуя угол 2° с оптической осью, а второй луч падает снизу под тем же углом к оптической оси. Экран, параллельный линзе объектива, может двигаться вдоль оптической оси. Его расположили справа от объектива, так что лучи фокусируются на его поверхности. При проведении эксперимента была случайно задета вторая линза, в результате чего её ось повернулась в плоскости лучей на 5° по часовой стрелке относительно её центра, а сам её центр сместился в этой же плоскости на 2 мм вверх от оптической оси системы. Теперь положения экрана, в которых фокусируется первый и второй лучи, перестали совпадать. Найдите расстояние между этими положениями экрана.

Задача 4. На горизонтальном столе располагается жёсткая проволока, образующая показанный на рисунке контур от точки А до точки В; в точке самопересечения электрического контакта между двумя участками проволоки нет. Через проволоку пропускают ток $I = 2$ А. Определите минимальную величину магнитного поля B , которую необходимо направить вдоль поверхности стола в направлении, указанном на рисунке, чтобы проволока начала подниматься, поворачиваясь вокруг оси АВ. Длина x в обозначении на рисунке равна 0,5 м, а участок проволоки длины x имеет массу $m = 10$ г. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².



Задача 5. Прямой оптический кабель круглого сечения изготовлен из пластика с показателем преломления $n = 1.5$, окружён воздухом и имеет диаметр $D = 1$ мм. Источник света (светодиод), равномерно излучающий свет во все стороны, расположен на торце кабеля на его оси. Светодиод генерирует импульсы с частотой f 1 импульс в 0.1 микросекунду ($f = 10$ МГц), длительность импульсов составляет пол периода. На другом конце кабеля расположен фотоприёмник, который измеряет полную световую мощность, выходящую из кабеля. Для надёжной передачи данных сигнал на фотодетекторе должен представлять собой отдельные импульсы, не пересекающиеся друг с другом. Оцените, какова максимально возможная длина L такой линии связи? Ответ обоснуйте физической аргументацией. Считайте, что затуханием световой волны при распространении по пластику можно пренебречь, а боковая граница кабеля является идеально гладкой. При отражении луча света от внутренней поверхности кабеля под углом больше угла полного внутреннего отражения его интенсивность значительно падает.