

KamaChallenge 2020

Физика

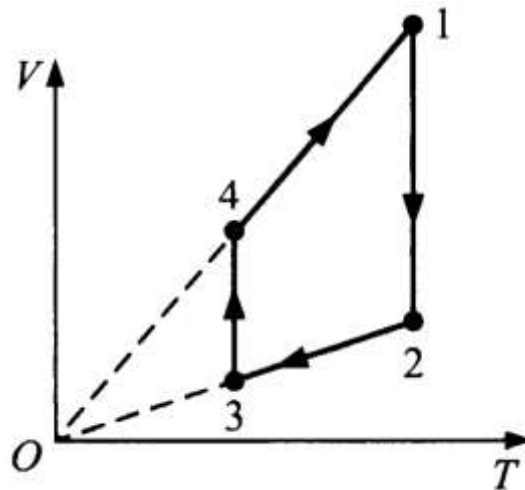
За 1 час 45 минут команда из 4 человек должна решить теоретические задачи: 16 легких задач, оцениваемых в 1 балл каждая, 8 задач средней сложности, оцениваемых в 3 балла каждая и 4 сложные задачи, оцениваемые в 7 баллов каждая. Проверке и оценке подлежат только ответы.

Победителем в направлении «Физика» признается команда, набравшая наибольшее количество баллов. При равенстве набранных баллов победителем признается команда, которая раньше остальных команд-участниц справилась с заданиями.

Базовые задачи, каждая их которых оценивается в 1 балл

1. Автомобиль проезжает первые 30 км со скоростью 40 км/ч, а следующие 50 км со скоростью 80 км/ч. Рассчитайте среднюю скорость автомобиля на всем пути?
2. К перекрестку по взаимно перпендикулярным дорожкам подъезжают два велосипедиста со скоростями 20 км/ч и 15 км/ч. Чему равна скорость первого велосипедиста относительно второго?
3. С высоты 20 м над землей бросили камень с горизонтальной скоростью 10 м/с. Определите модуль перемещения камня в момент падения на землю.
4. Математический маятник отклонили на угол 40° от положения равновесия и отпустили без начальной скорости. Под каким углом к горизонту направлен вектор ускорения маятника в начальный момент времени?
5. Под действием выталкивающей силы 1.8 кН воздушный шар массы 200 кг опускается с постоянной скоростью. Какую массу балласта надо сбросить, чтобы шар стал подниматься с той же скоростью?
6. Материальная точка массой 1 кг движется по гладкой горке длиной 5 м с углом наклона к горизонту 45° . Определите равнодействующую сил, действующих на шайбу.
7. В результате абсолютно неупругого удара двух одинаковых пластилиновых шариков, один из которых до удара покоился, импульс слипшихся шариков стал равен 4 кг·м/с. Чему равен импульс каждого из шариков до удара?

8. При увеличении деформации пружины в 3 раза внешняя сила совершает работу 100 Дж. Какую работу совершает сила упругости пружины при увеличении первоначальной деформации пружины в 2 раза?
9. Тело без сопротивления и начальной скорости падает с высоты 20 м. На какой высоте его кинетическая энергия будет в 3 раза меньше потенциальной?
10. Во сколько раз больше полное давление (с учетом атмосферного) на дне озера, чем на глубине 5 метров. Атмосферное давление 10^5 Па, глубина озера 30 м.
11. Определите отношение давлений двух газов (кислорода и водорода), если их концентрации и среднеквадратичные скорости равны.
12. На рисунке представлена диаграмма (в координатах температура-объем) циклического процесса над постоянной массой идеального газа. Назовите, в каких изопроцессах участвует этот газ.

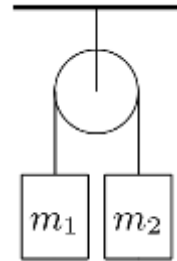


13. Теплоизолированный сосуд объемом 1 м^3 разделен на две одинаковые части перегородкой из теплоизолятора. Одну половину сосуда занимает 1 моль гелия при температуре 300 К, в другой – 1 моль азота при температуре 400 К. Какая температура установится после удаления перегородки.
14. Идеальный газ отдал 200 кДж теплоты, при этом внешние силы над газом совершили работу 60 кДж. Каково изменение внутренней энергии этого газа?
15. В закрытом сосуде влажность воздуха составляет 50%. Во сколько раз нужно изменить объем сосуда, чтобы внутри него образовался конденсат? Температура в ходе процесса поддерживается постоянной.
16. Идеальная тепловая машина Карно работает по циклическому процессу. Температуру нагревателя и холодильника уменьшили в 1,3 раза. Во сколько раз изменился при этом КПД тепловой машины?

Задачи средней сложности, каждая из которых оценивается в 3 балла

17. Математический маятник совершает свободные колебания в вертикальной плоскости, при этом при прохождении положения равновесия сила натяжения нити в 1,5 раза превосходит силу натяжения при неподвижном грузе. Определите амплитуду колебаний угла отклонения маятника.

18. Простейшая машина Атвуда представляет собой два груза, соединенные невесомой, нерастяжимой нитью, перекинутой через идеальный блок. Под действием силы гравитации тяжелый груз $m_1 = 2$ кг опускается, а легкий $m_2 = 1$ кг поднимается. Определите силу давления блока на ось, если поместить установку в лифт, движущийся вверх с ускорением 2 м/с^2 .

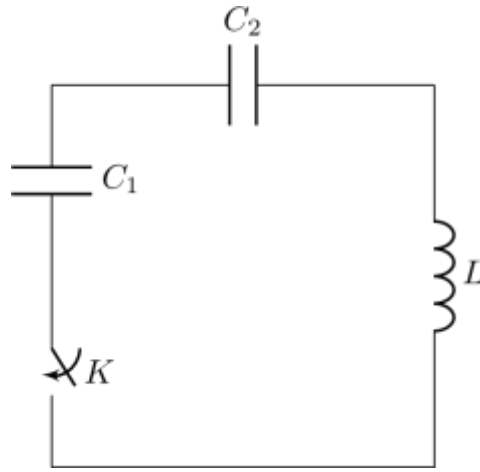


19. Брусок массой 100 г скользит по горизонтальной поверхности и упруго сталкивается с неподвижным бруском массы 200 г. Рассчитайте, на каком расстоянии останутся эти тела после удара, если скорость первого бруска перед ударом была 1 м/с, а коэффициент трения между брусками и поверхностью равен 0,1.

20. В горизонтальной трубке постоянного сечения находится столбик ртути длиной 18 см, который запирает слой воздуха длиной 40 см. Если трубку повернуть вертикально открытым концом вверх, то столбик ртути смещается на 8 см. На сколько сместится столбик ртути, если повернуть трубку вертикально открытым концом вниз.

21. Два металлических шарика с радиусами $r_1 = 2$ см и $r_2 = 3$ см, удаленных на достаточно большое расстояние друг от друга, заряжены одинаковыми одноименными зарядами и отталкиваются с силой 1 Н. С какой силой будут взаимодействовать эти шарики, если соединить их друг с другом на короткое время тонким проводом?

22. Электрическая цепь включает последовательно соединенные катушку индуктивности $L = 4$ мГн и конденсаторы, емкости которых составляют $C_1 = 10^{-7}$ Ф, $C_2 = 4 \cdot 10^{-7}$ Ф, конденсатор C_1 заряжен вначале до напряжения $U = 100$ В, а другой разряжен. Рассчитайте максимальную силу тока в цепи после замыкания ключа.

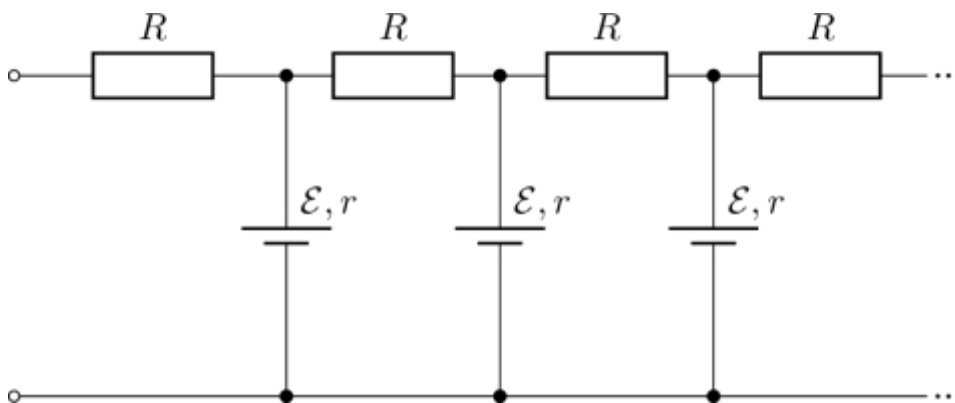


23. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ мТл по винтовой линии движется заряженная частица – электрон. Рассчитайте скорость частицы, если шаг винтовой линии $h = 20$ см, а ее радиус $R = 4$ см.

24. Один моль гелия содержится в цилиндре при начальной температуре 500 К и давлении 3 атм. Газ участвует в термодинамическом процессе, при котором давление обратно пропорционально квадрату объёма, а конечный объём вдвое больше первоначального. Определите количество теплоты, которое газ отдал при расширении.

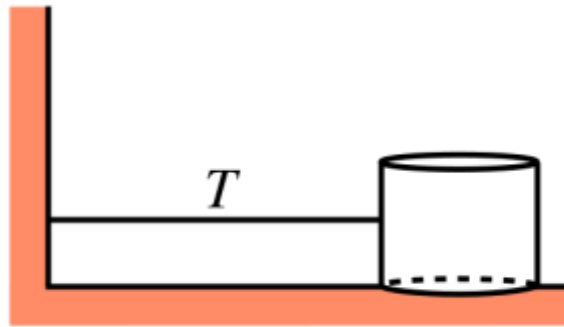
Задачи повышенной сложности, каждая из которых оценивается в 7 баллов

25. Очень длинная электрическая цепь содержит батареи с ЭДС 15 В и внутренним сопротивлением 2 Ом, а также резисторы $R = 20$ Ом. Определите внутреннее сопротивление эквивалентной батареи, которой можно заменить данную длинную цепочку.

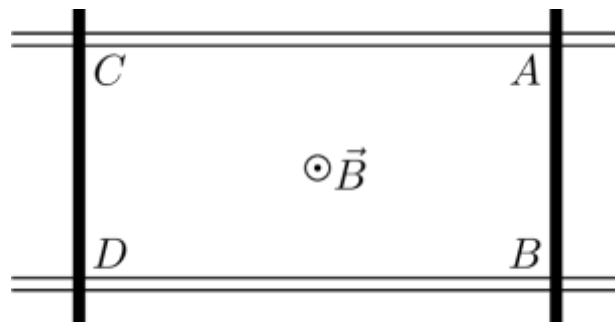


26. В начальный момент времени невесомый сосуд содержит песок массой $M = 5$ кг. Сосуд соединен с вертикальной стенкой невесомой пружиной с постоянным натяжением $T = 100$ Н (сила натяжения не зависит от растяжения пружины в данном случае). Горизонтальная поверхность гладкая, начальная длина пружины равна $L = 1$ м. В процессе движения сосуда x – расстояние от него до вертикальной стенки, m – масса сосуда. При этом песок высыпается из сосуда

через отверстие в дне таким образом, что масса сосуда с песком убывает с изменением координаты по закону $dm/dx = M/L$, где $dm < 0$, $dx < 0$. Каково максимальное значение кинетической энергии сосуда?



27. На двух горизонтальных металлических рельсах, расположенных на расстоянии 1 м, находятся проводящие перемычки АВ и CD, имеющие массы 10 г и электрические сопротивления 1 Ом каждая. Перемычки скользят без трения в однородном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл, перпендикулярном плоскости рельсов. Первоначально перемычки расположены на расстоянии 40 см друг от друга, перемычка CD неподвижна, а АВ начинает движение со скоростью 10 см/с. На какое расстояние удалятся перемычки друг от друга через большой промежуток времени?



28. Рассчитайте КПД обратимой тепловой машины, диаграмма циклического процесса которой показана на рисунке и состоит из адиабат 1-2, 3-4 и изохор 2-3, 4-1. Рабочим телом является моль одноатомного идеального газа, при этом $T_1 = 800$ К, $T_2 = 320$ К.

