

## 1. Задача

Полный балл — 6

Выстрел из пистолета является сигналом для начала забега. На это тратится  $m_{\text{порох}} = 1\text{гр}$  пороха. Сколько полных кругов успеет пробежать бегун, пока пуля не упала на землю, если выстрел делается вертикально вверх? Скорость бегуна  $V_{\text{бегун}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , длина круга  $l = 400\text{м}$ , удельная теплота сгорания пороха  $q = 3 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ , а масса пули  $m_{\text{пули}} = 6\text{гр}$ .

Ускорение свободного падения принять  $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Считайте, что вся энергия сгорания пороха ушла в кинетическую энергию пули. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: 12

## 2. Задача

Полный балл — 6

Далеко-далеко вокруг общей оси вращались два огромных тонких кольца с радиусами и угловыми скоростями  $r_1 = 110 \cdot 10^3\text{км}$ ,  $r_2 = 350 \cdot 10^3\text{км}$ ,  $\omega_1 = 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ ,  $\omega_2 = 3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$  соответственно. Кольца вращались в разные стороны. В некоторый момент за счёт внутренних сил большое кольцо стало уменьшаться в радиусе, а маленькое – увеличиваться, в результате чего они столкнулись и слились в одно кольцо радиусом  $R = 200 \cdot 10^3\text{км}$ . Считая первоначальные кольца сплошными с погонной плотностью  $\rho = 47 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$ , найдите модуль угловой скорости вращения кольца после слияния.

Образовавшееся кольцо также считайте сплошным. Потерями энергии пренебречь.

Ответ выразить в  $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$  и округлить до сотых.

Примечание: погонной плотностью называют отношение массы к единице длины.

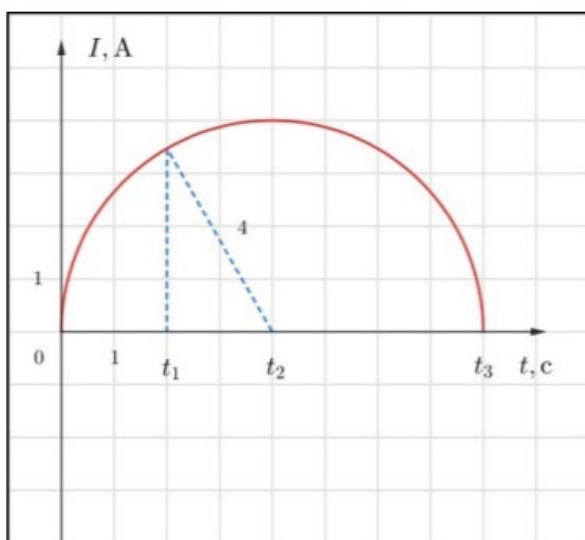
Ответ: 6.27

## 3. Задача

Полный балл — 6

На лабораторной работе школьники измеряли силу тока, протекающего через резистор. По приведенному графику определите, во сколько раз сумма зарядов, протекших через резистор за промежутки времени  $[0;4]\text{с}$  и  $[0;8]\text{с}$ , больше чем заряд, протёкший за промежуток времени  $[0;2]\text{с}$ .

Ответ округлите до десятых.



Ответ: 7.7

#### 4. Задача

Полный балл — 6

Положительно заряженная частица массой  $m = 10\text{г}$  летит со скоростью  $V = 30\frac{\text{м}}{\text{с}}$  вдоль оси симметрии заряженного кольца в его сторону. Какой максимальный заряд может быть у частицы, чтобы она пролетела через кольцо, если заряд кольца  $Q = 50\text{мКл}$ , а его радиус  $R = 10\text{см}$ ? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона принять за

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2.$$

Ответ выразите в нКл, округлите до целых.

Ответ: 1

#### 5. Задача

Полный балл — 7

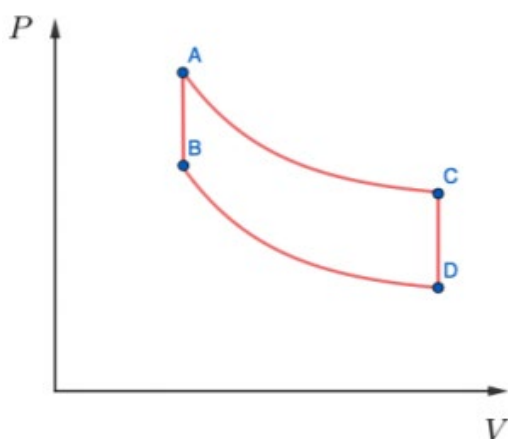
Ученику дали следующее домашнее задание — изготовить машину Стирлинга, которая будет работать по приведённому на рисунке циклу, и посчитать её максимальный КПД. Рабочим телом такой машины является 1 моль одноатомного идеального газа. АВ и CD — изохоры, АС и ВD — изотермы, процесс происходит по часовой стрелке в приведённых координатах. Для увеличения КПД этого цикла используют регенератор — тепловой резервуар, которому рабочее тело отдаёт некоторое количество теплоты  $Q$  при изохорном охлаждении, и от которого получает такое же количество теплоты  $Q$  при изохорном нагревании. Нерадивый школьник смог собрать установку, а вот расчеты ему провести не удалось. Помогите ему с домашней работой и рассчитайте максимальный КПД данного двигателя, если температура на верхней изотерме равна 373 К, а на нижней — 293 К.

$$R = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$$

Примечание: При расчетах вам может понадобиться формула для работы  $\nu$  молей газа в изотермическом процессе с температурой  $T$  при изменении объема от  $V_1$  до  $V_2$ :

$$A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Ответ выразите в процентах, округлите до целых.



Ответ: 21

### 6. Задача

Полный балл — 6

На одной из лабораторных работ ученикам нужно было собрать цепь для измерения силы тока на резисторе. Данный им амперметр имел внутреннее сопротивление  $R_a = 5$  Ом, а его диапазон измерения составлял до 2 А. Они подключили к амперметру шунт, сопротивление которого позволило измерять при помощи этого же амперметра ток до 10А. Какое количество теплоты выделится на шунте за 5 секунд, если амперметр всё время показывает 1 А?

Ответ выразите в Дж, округлите до целых.

Ответ: 100

### 7. Задача

Полный балл — 7

Выпукло-плоскую линзу с оптической силой  $D=0.5$ Дптр посеребрили с плоской стороны. На расстоянии  $d=3$ м от линзы установили карандаш высотой  $h=7$ см параллельно её

плоскости. Какой высоты будет чёткое изображение карандаша на экране, перпендикулярном оптической оси?

Ответ выразите в см, округлите до десятых.

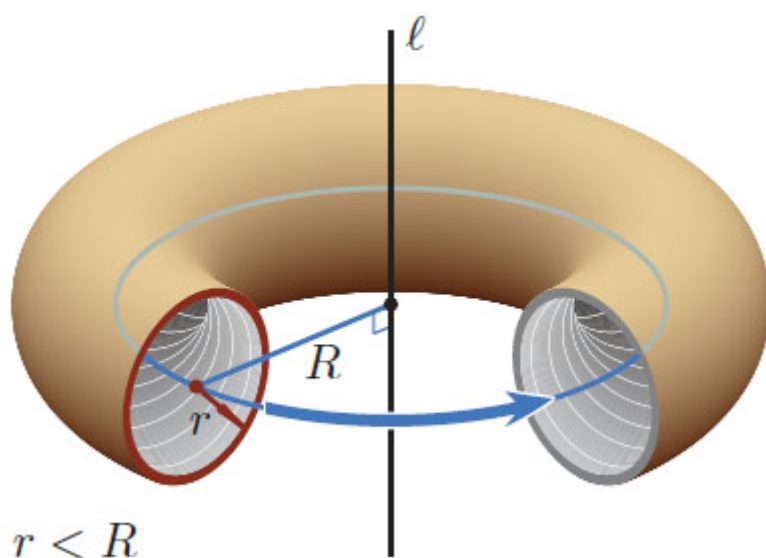
**Ответ:** 3.5

### 8. Задача

Полный балл — 9

В кварцевом стекле с показателем преломления  $n_1=1.46$  имеется тороидальная полость с радиусами  $R=9\text{ см}$ ,  $r=1\text{ см}$  (см. рисунок). Полость заполнена этиловым спиртом с показателем преломления  $n_2=1.36$ . На полость падает большой по площади параллельный пучок света параллельно оси тора  $L$ . Найдите площадь части пучка, проникающей внутрь полости.

Ответ выразите в  $\text{см}^2$ , округлите до сотых.



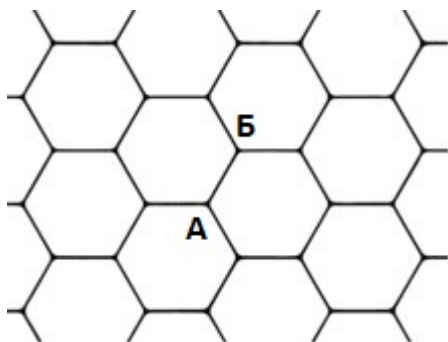
**Ответ:** 105.35

### 9. Задача

Полный балл — 7

Вычислите сопротивление между точками А и Б, если сопротивление одного ребра  $R=1\text{ Ом}$ , а сетка является бесконечной во всех направлениях на плоскости.

Ответ выразите в Ом, округлите до сотых.



Ответ: 0.67

### 10. Задача

Полный балл — 5

В шаровой сосуд радиусом  $R = 15\text{см}$  закачиваются молекулы воды с постоянной скоростью  $q = 5 \cdot 10^{20} \frac{\text{частиц}}{\text{с}}$ . Через какое время давление в сосуде станет равным атмосферному, если в нём поддерживается температура  $T = 300\text{K}$ ? Атмосферное давление  $p_0 = 10^5\text{Па}$ , постоянная Больцмана  $k_b = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ .

Ответ выразите в минутах, округлите до целых.

Ответ: 11

### 11. Задача

Полный балл — 6

В заднюю стенку тележки, которая стоит на самых ровных рельсах, массой  $M = 50\text{кг}$  последовательно кидают 3 одинаковых шарика со скоростями

$V_1 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $V_2 = 11 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $V_3 = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Какой массы должны быть шарики, чтобы после трёх

бросков тележка приобрела скорость  $V = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , если все соударения абсолютно неупругие?

Трением пренебрегите.

Ответ выразите в килограммах, округлите до сотых.

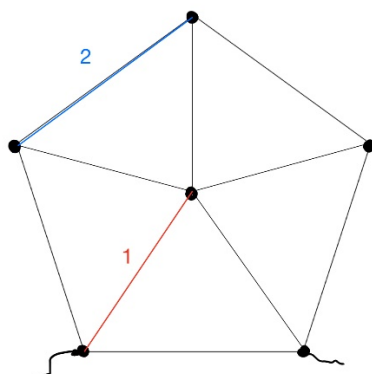
Ответ: 6.25

### 12. Задача

Полный балл — 9

Определите, во сколько раз мощность, выделяемая на проводнике 1, больше мощности, выделяемой на проводнике 2, если ток подводится через указанные на рисунке контакты. Сопротивление каждого проводника (вне зависимости от его длины) равно  $3671\text{ Ом}$ .

Ответ округлите до целых.



Ответ: 9

### 13. Задача

Полный балл — 8

В некотором тепловом процессе температура одного моля одноатомного идеального газа зависит от объема по закону  $T(V) = AV^2$ ,  $A$  – некоторая постоянная. Найдите, какое количество теплоты передали газу в этом процессе, если температура поднялась на  $30^\circ\text{C}$ . Универсальная газовая постоянная  $R=8,31$  Дж/(моль\*К). Ответ выразите в Дж, округлите до целых.

Ответ: 499

### 14. Задача

Полный балл — 6

На левой пластине плоского квадратного конденсатора находится заряд  $q_1=0,5$  мКл, а на правой —  $q_2=2$  мКл. Во сколько раз нужно уменьшить сторону пластины при том же заряде пластин, чтобы разность потенциалов между обкладками стала равна 1 В, если изначально она была  $U=0,5$  В?

Ответ округлите до десятых.

Ответ: 1.4

### 15. Задача

Полный балл — 6

Положительно заряженная частица находится в электрическом поле, направленном вверх под углом  $30$  градусов к горизонту. При каком минимальном заряде частица не упадет на землю, если изначально она покоилась на высоте  $h=1$  м и её масса  $m=3$  гр, а напряжённость поля  $E=10$  В/м? Ускорение свободного падения принять  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ выразите в мКл, округлите до целых.

Ответ: 6