

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.

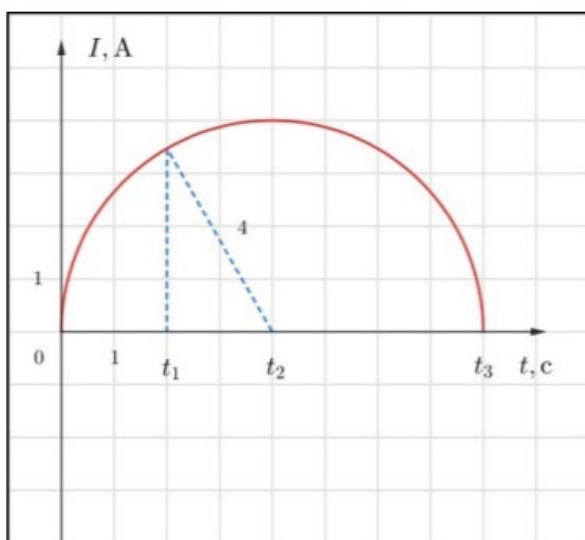
Ответ: 6.27

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

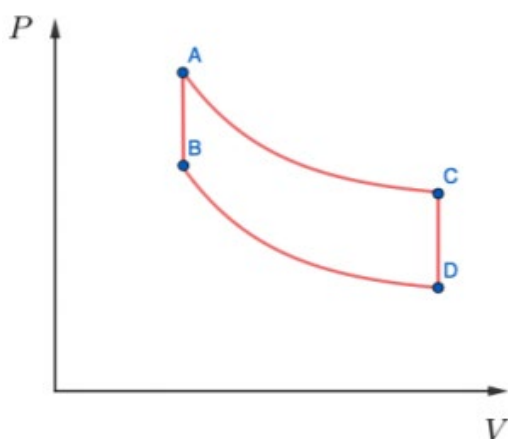
Ученику дали следующее домашнее задание — изготовить машину Стирлинга, которая будет работать по приведённому на рисунке циклу, и посчитать её максимальный КПД. Рабочим телом такой машины является 1 моль одноатомного идеального газа. АВ и CD — изохоры, АС и BD — изотермы, процесс происходит по часовой 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 ν 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.

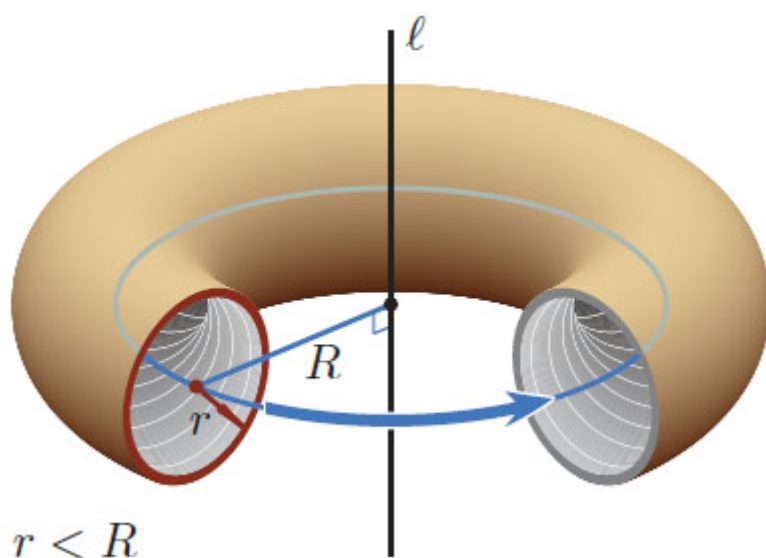
Ответ: 3.5

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 см^2 , округлите до сотых.



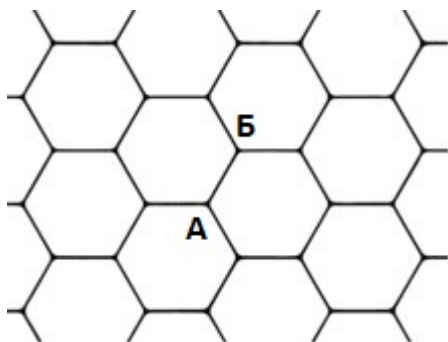
Ответ: 105.35

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.

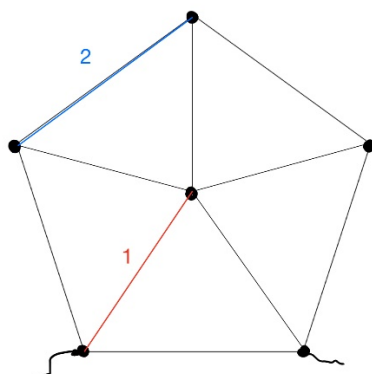
Ответ: 6.25

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 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°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/с².

Ответ выразите в мКл, округлите до целых.

Ответ: 6