

Задания Открытой олимпиады «Северо-Кавказского федерального университета» среди учащихся образовательных организаций «45 параллель». «Физика»

2024-2025 уч. год

7 класс

1. В полиграфии используется так называемая поверхностная плотность бумаги (в г/м^2), представляющая собой массу 1 квадратного метра бумаги заданной толщины. 50-ти листовая пачка фотобумаги с поверхностной плотностью 150 г/м^2 имеет толщину 8 мм. Найти обычную (объёмную) плотность фотобумаги, ответ выразить в кг/м^3 .
2. Автобус, на котором школьник Андрей доезжает до школы, движется между остановками со средней скоростью 24 км/ч . Поездка до школы занимает 20 минут. Какую долю от общего времени поездки автобус стоит на остановках, если расстояние до школы 6 км. Ответ выразить в %.
3. Если в пластине объемом V просверлить несколько отверстий, масса пластины станет равной m_1 . Если увеличить количество отверстий в 2 раза, масса пластины станет равной m_2 . Найти плотность пластины. Все отверстия сквозные, имеют одинаковый диаметр и просверлены перпендикулярно плоскости пластины.
4. На детской площадке забыли игрушечное ведро объемом 2,5 л. Ночью начался снегопад. После снегопада ведро оказалось заполнено снегом на $4/5$ объема. Когда ведро принесли в дом, и снег растаял, в ведре оказалось 300 г воды. Найдите плотность свежавыпавшего снега.

Олимпиада «45 параллель». «Физика» 2024-2025 уч. год

8 класс

1. Скоростной поезд «Сапсан» длиной 250 м и пассажирский поезд дальнего следования длиной 400 м движутся со скоростями 60 м/с и 20 м/с соответственно по параллельным путям навстречу друг другу. В течение какого времени машинист «Сапсана» видит напротив себя пассажирский поезд? В течение какого времени машинист пассажирского поезда видит напротив себя «Сапсан»?

2. В XIX веке во время «золотой лихорадки» в Канаде был найден небольшой кусок минерала кварца с вкраплениями самородного золота. Масса и объем куса составляют $m=29,1$ г и $V=2,67$ см³ соответственно. Определить массовую долю золота. Считать, что в куске есть только кварц и золото. Плотность кварца $\rho_{\text{кв}}=2,65$ г/см³, плотность золота $\rho_{\text{Au}}=19,3$ г/см³?



3. Одним из необычных способов борьбы с сосульками на крышах домов является использование лазеров. Для того чтобы сбить сосульку лазером, не обязательно ее полностью плавить, достаточно расплавить только небольшой диск в сечении вблизи основания сосульки у края крыши. Определите, сколько времени потребуется для сбивания одной сосульки лазером мощностью 100 Вт и диаметром пучка 100 мкм. Диаметр сосульки у основания 10 см, а её температура 0°C. Считать, что вся энергия излучения лазера уходит на плавление льда. Ответ выразить в секундах. Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг, плотность льда 0,9 г/см³.
4. Металлическая проволока имеет сопротивление $R=200$ Ом. Какое максимальное сопротивление сможет измерить омметр, если скрутить из этой проволоки кольцо?

Олимпиада «45 параллель». «Физика» 2024-2025 уч. год

9 класс

1. Мяч свободно падает из состояния покоя вниз с высоты $h = 20$ м. Производится выстрел из ружья расположенного горизонтально на высоте $h' = 10$ м и расстоянии $d = 50$ м от траектории падения мяча. Пуля вылетает из ружья со скоростью $v = 100$ м/с. В какой момент времени от начала падения мяча следует произвести выстрел, чтобы пуля поразила мяч? Силой сопротивления воздуха пренебречь.

2. Точечный объект массы m начинает движение из точки K вертикального трека, изображенного на рисунке 1. Объект свободно скользит без трения вдоль всего трека и, достигнув точки B , далее в режиме свободного падения попадает в точку C . Определить начальную скорость объекта в точке K . Каково минимальное расстояние $OC = d$, при котором объект всё ещё способен пройти вдоль всего трека? Определить силу реакции опоры, действующую со стороны трека на объект, в точках A и B ? При решении использовать следующие значения параметров задачи: $R = 1$ м, $h = 2$ м, $d = 3$ м, $m = 0,5$ кг, $g = 10$ м/с².

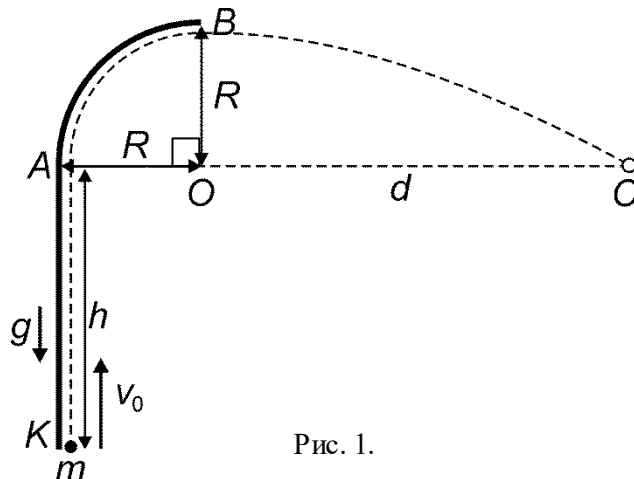


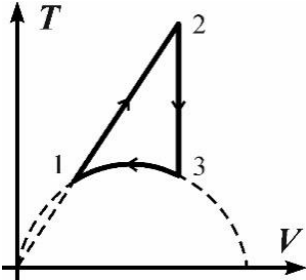
Рис. 1.

3. Выталкивающая сила, действующая на стальной шар, полностью погруженный в жидкий парафин, равна 0,2145 Н при температуре 20°C и 0,2 Н при температуре 100°C. Найти коэффициент объемного теплового расширения парафина, если коэффициент линейного теплового расширения стали составляет $1,2 \cdot 10^{-5}$ 1/°C.
4. В сосуде с водой плавает кусок льда массой $m = 0,7$ кг. Система находится в тепловом равновесии. Сколько теплой воды при температуре $t = 40$ °C нужно добавить в сосуд, чтобы объем

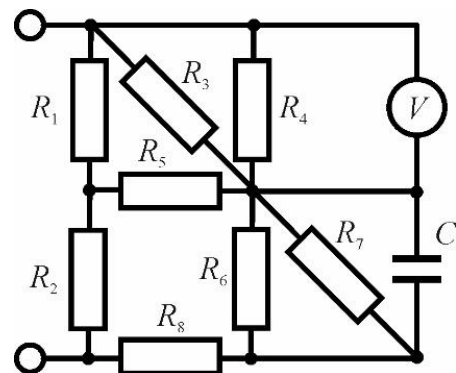
выступающей из воды части льда уменьшился в $n = 3$ раза? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 334 \text{ кДж/кг}$, удельная теплоемкость воды $c_v = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$.

5. Поверхность Марса, как и поверхность многих других планет окружена атмосферой. Плотность марсианской атмосферы $0,0154 \text{ кг/м}^3$. Таким образом, одним из способов изучения поверхности Марса может быть использование воздушных шаров. Предположим, что мы создали очень тонкий и прочный материал для шара, такой что масса одного квадратного метра этого материала составляет 5 г. Определите:
1. Радиус воздушного шара, необходимый для поднятия собственного веса от поверхности Марса.
 2. Ускорение, с которым этот шар начал бы двигаться у поверхности Земли.
 3. Массу полезного груза, который поднимет шар радиусом в 5 раз больше, чем в п. 1, находясь на Марсе.

10 класс

1. Школьники в лаборатории проводили следующий эксперимент. На горизонтальном столе они установили пружину длиной $l_0 = 20$ см, при этом ось пружины была расположена вертикально. После этого школьники на пружину сверху положили брусок и обнаружили, что пружина в состоянии равновесия сжалась до длины, равной $l_1 = 18$ см. Какой минимальной величины достигнет длина пружины, если тот же самый брусок школьники уронят сверху на пружину с высоты $h = 8$ см?
2. Школьники отправились с классом на экскурсию в соседний город. Любопытные ученики обратили внимание, что, когда автобус въехал на подъем с углом наклона α_1 , при движении с постоянной мощностью двигателя, его скорость оказалась равной v_1 . В то же время, когда автобус двигался по горизонтальному участку дороги с такой же мощностью двигателя, скорость движения была больше и равна v_0 . Когда автобус, продолжая двигаться с той же мощностью, въехал на другой подъем с углом наклона α_2 , его скорость изменилась и стала равна v_2 . Ученикам стало интересно, какой угол наклона второго подъема α_2 ? Считать, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости автобуса.
3. Найдите работу ν молей идеального газа за 1 цикл в процессе 1-2-3-1, график которого изображен на рисунке (где 1-2 – отрезок прямой, проходящей через начало координат; 3-1 – отрезок параболы, проходящей через начало координат). Известны температуры T_1 , T_2 и T_3 .
4. Идеальный двухатомный газ находится в цилиндрическом сосуде под поршнем. Сосуд установлен вертикально. Площадь сечения поршня $S = 23$ см², вес $P = 10$ Н. Расстояние между дном сосуда и поршнем $h = 30$ см. На внутренней стенке сосуда имеется упор, не позволяющий поршню подняться от дна сосуда на высоту большую $H = 50$ см. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу, чтобы его давление увеличилось в $\alpha = 2,5$ раза? Атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа.

5. Рассчитайте заряд на конденсаторе емкостью $C = 10 \text{ мкФ}$, если вольтметр с очень большим внутренним сопротивлением показывает напряжение $U_V = 6 \text{ В}$, а сопротивления резисторов равны: $R_1 = 9 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_3 = 100 \text{ Ом}$, $R_4 = 300 \text{ Ом}$, $R_5 = 18 \text{ Ом}$, $R_6 = 80 \text{ Ом}$, $R_7 = 80 \text{ Ом}$, $R_8 = 10 \text{ Ом}$.



11 класс

1. В романе Питера Бенчли «Челюсти» гигантская акула-людоед нападает на отдыхающих вымышленного острова Эмити. Местный шериф, океанолог и авторитетный рыбак решают дать отпор чудовищу. Акула клюёт на наживку. Герои пронзают акулу несколькими гарпунами, к которым привязаны бочки с воздухом,



рассчитывая потом вытащить выбившуюся из сил акулу на берег. Однако, вопреки ожиданиям, монстр без труда погружается на глубину вместе с бочками. Через некоторое время трос одной из бочек обрывается, и шериф заметил, что бочка выскочила из воды и даже подпрыгнула на некоторую высоту от поверхности. Оцените высоту H , на которую поднялся центр тяжести бочки над уровнем воды. Для расчета принять следующие данные:

- объем бочки **сферической** формы равен 100 литров, масса бочки 5 кг;
- плотность воды 1000 кг/м^3 ;
- сопротивлением воздуха пренебречь;
- потерями энергии при переходе бочки через границу раздела среды вода-воздух пренебречь.
- движение бочки при всплытии в воде считать равномерным и прямолинейным.

Примечание: при быстром движении в воде сферический объект испытывает силу вязкого трения, определяемую формулой:

$$F = k \frac{\rho v^2}{2} S$$

где ρ – плотность воды; $S = \pi r^2$ – площадь сечения сферы, v – скорость движения; $k = 0.47$.

2. В центре системы положительно заряженных колец, изображенных на рисунке 1, находится частица с зарядом $+5 \cdot 10^{-18}$ Кл и массой $2 \cdot 10^{-20}$ кг. Система состоит из пяти одинаковых колец. Первое кольцо лежит в плоскости YOZ. Остальные кольца симметрично повернуты вокруг оси OZ относительно первого кольца с равным шагом угла поворота (Рис. 1).

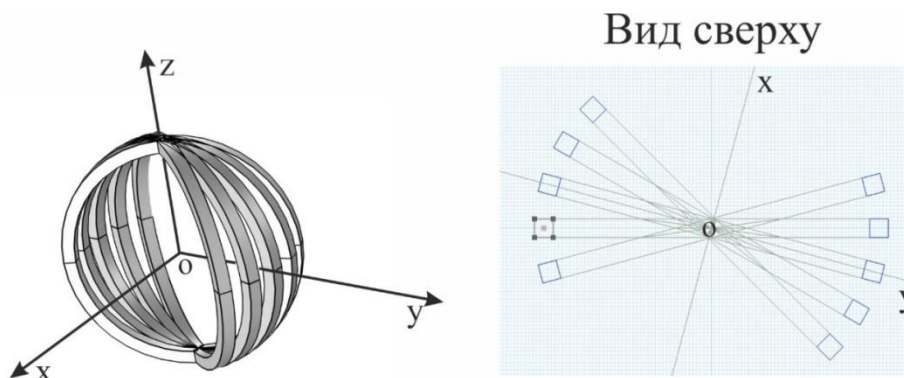


Рис. 1. Изображение системы колец.

В начальный момент времени вдоль оси OX частице придают скорость 2 м/с. Распределение модуля электрического поля вдоль оси OX приведено на графике 2.2. Определите конечную скорость, которую будет иметь частица при разгоне на расстояние 2 см от центра системы. Какова траектория движения частицы? Силой тяжести пренебречь.

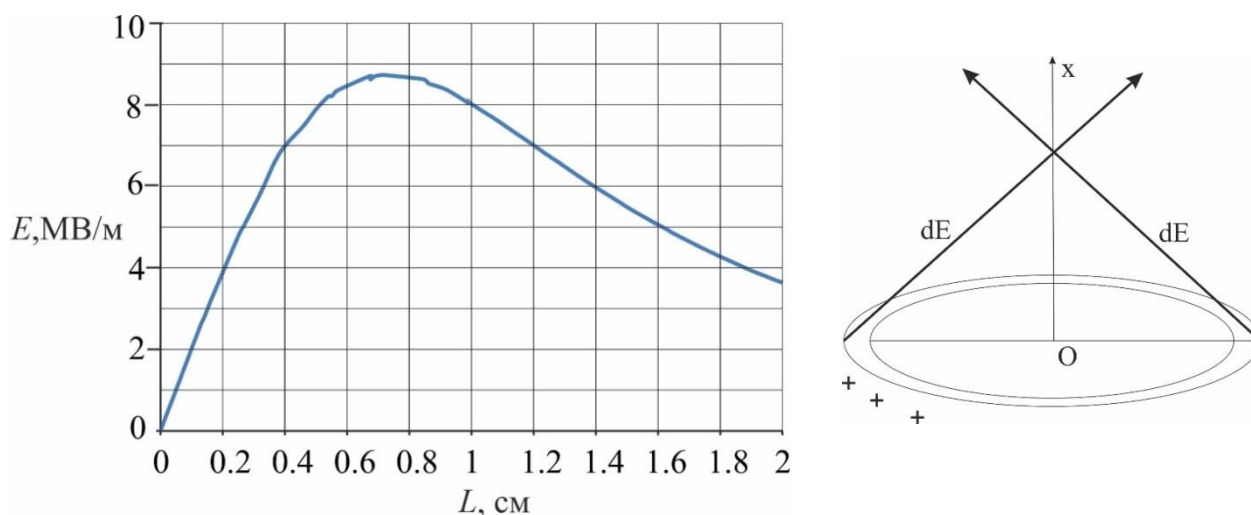
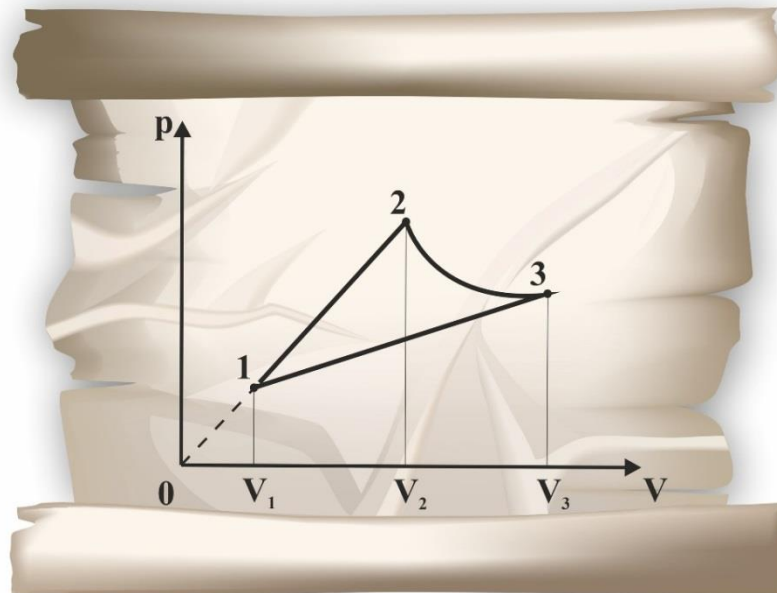


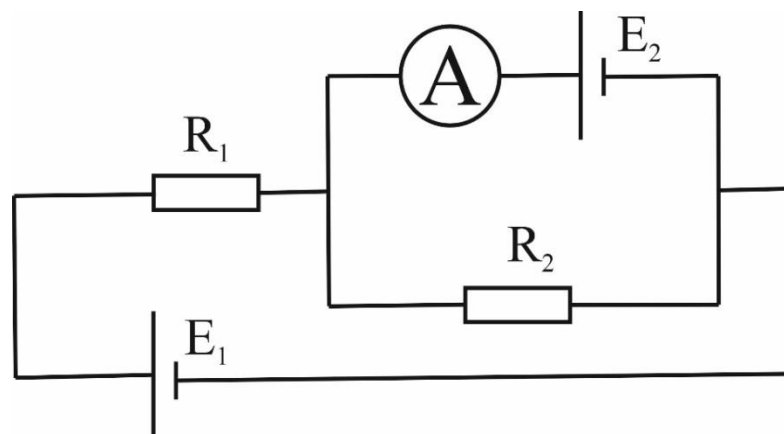
Рис. 2. Распределение напряженности электрического поля системы колец вдоль оси OX.

3. После высадки на ближайшую экзопланету ученые наткнулись на остатки когда-то существовавшей малоразвитой цивилизации. При раскопках был обнаружен чертеж цикла некой тепловой машины,

работающей на идеальном одноатомном газе (см. рис.). Единственные инструкции, уцелевшие под натиском времени, указывают на то, что кривая 2-3 изотерма, и что максимальная температура в цикле больше минимальной в 4 раза. Работа цикла осуществляется в направлении 1-2-3-1. Определите КПД тепловой машины. Точка на оси абсцисс, соответствующая V_2 , лежит ровно посередине между V_1 и V_3 .



4. На рисунке представлена схема электрической цепи. Амперметр имеет внутреннее сопротивление 1 Ом. Определить количество теплоты, которая выделится на амперметре за 10 секунд, если $R_1=10$ Ом, $R_2=5$ Ом, $E_1=20$ В и $E_2=4$ В. Внутренним сопротивлением источников токов пренебречь.



5. Оптическая модель эндоскопа представляет собой оптическое волокно с показателем преломления n_1 , покрытое толстой оболочкой с показателем преломления n_2 . Конец волокна плоский и находится в

контакте с исследуемым материалом с показателем преломления n_3 . (Показатели преломления указаны относительно воздуха.) Определить значение показателя преломления n_1 , при котором через волокно должно быть видно все полупространство под концом волокна. При решении принять $n_2 = 1$, $n_3 = 4/3$.