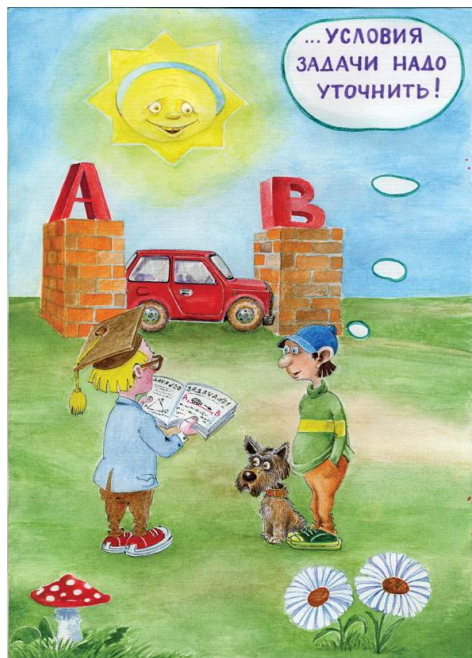


Условия задач

Задача 1. Часть пути между пунктами A и B автомобиль двигался со скоростью $v_1 = 20$ км/ч, а другую часть — со скоростью $v_2 = 40$ км/ч. Если бы средняя скорость автомобиля на первой половине пути была в $n = 3$ раза больше, а на второй половине пути — в $n = 3$ раза меньше, то время движения автомобиля увеличилось бы на треть. Определите расстояние S между пунктами A и B и путь S_1 , пройденный автомобилем за первые полчаса, если первоначально время движения автомобиля $t = 1$ ч.



Задача 2. Тело с двумя внутренними полостями плавает в жидкости плотностью ρ_0 , погрузившись на $1/4$ своего объёма V . Если заполнить жид-

костью плотностью ρ_0 первую полость, то тело погрузится на $1/2$ своего объёма, а если заполнить вторую полость той же жидкостью, то тело погрузится на $5/6$ своего объёма. Определите плотность материала ρ_T , из которого состоит тело, объёмы полостей V_1 и V_2 . Определите условие плавания тела в случае заполнения обеих полостей этой жидкостью. Чему равен вес тела в каждом случае?



Задача 3. Определите удельную теплоёмкость в твёрдом и жидком состояниях, а также удельную теплоту плавления некоторого тела, исходя из данных следующего эксперимента. На плитку мощностью $P_0 = 100$ Вт помещают сосуд и начинают измерять температуру сосуда в фиксированные моменты времени. Через 4 мин после начала эксперимента в сосуд помещают исследуемое тело массой $m = 320$ г. Данные эксперимента приведены в таблице. Какую температуру t_x имело исследуемое тело до его помещения в сосуд? Потерями тепла и теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.

τ , мин	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
t , °C	20	70	120	120	150	160	160	160	160	170	190

Задача 4. Колесо радиусом R катится без проскальзывания по горизонтальной поверхности вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω (рис. 1). Расстояние от центра колеса до оси вращения равно L . Определите наибольшую и наименьшую скорость точки A обода колеса.

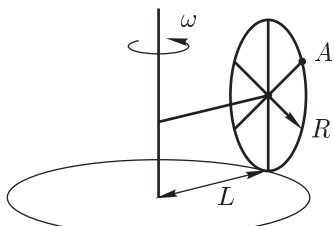


Рис. 1

Задача 5. Брусок массой m втаскивают за нить с постоянной скоростью вверх по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. Коэффициент трения скольжения бруска по поверхности наклонной плоскости равен k . Найдите угол β , который должна составлять нить с наклонной плоскостью, чтобы натяжение нити было наименьшим. Чему равна сила натяжения нити?

Задача 6. С вершины купола, имеющего форму полусферы и стоящего на горизонтальной поверхности, бросили камень (рис. 2). Под каким углом α к горизонту был брошен камень, если известно, что в полёте он коснулся купола в некоторой точке P ? Радиус купола, проведённый к этой точке, образует угол β с вертикалью.

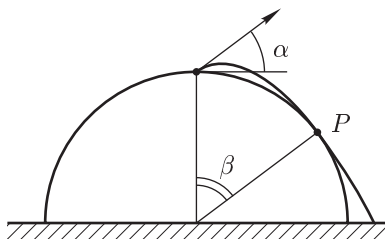


Рис. 2

Задача 7. Из стальных пластин плотностью $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ и толщиной $d = 0,1 \text{ см}$ изготовлено треугольное корыто, имеющее размеры $a = 100 \text{ см}$, $b = 10 \text{ см}$ (рис. 3). При каких значениях угла φ корыто будет плавать в воде плотностью $\rho_0 = 1,0 \text{ г/см}^3$?

Примечание. Учащиеся 9 и 10 классов весом торцевых треугольных пластин могут пренебречь.

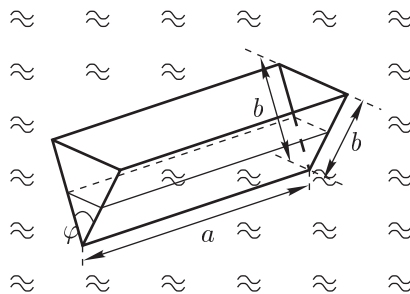


Рис. 3

Задача 8. На рисунке 4 изображена электрическая цепочка в виде пятиконечной звезды, сопротивление каждого участка которой $r = 1 \text{ Ом}$.

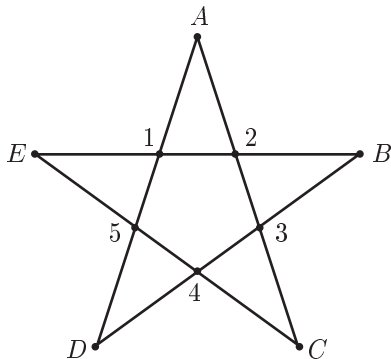


Рис. 4

Определите сопротивление R цепочки:

- 9 класс — между двумя узлами (1, 2, 3, 4, 5) звезды;
- 10 класс — между двумя вершинами (A, B, C, D, E) звезды;
- 11 класс — между вершиной и узлом звезды.

Рассмотреть все возможные случаи.

Задача 9. Электрическая схема (рис. 5) состоит из резистора сопротивлением R , нелинейного элемента Z и идеального источника тока напряжением \mathcal{E} . Нелинейный элемент Z имеет вольт-амперную характеристику, изображённую на рисунке 6. Определите, при каком значении тока I_0 (выразите через \mathcal{E} , U_0 , R) мощность N , выделяемая на элементе Z , будет максимальной. Чему равно максимальное значение мощности N ?

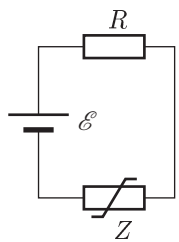


Рис. 5

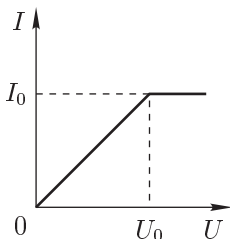


Рис. 6

Задача 10. Три одинаковых плоских зеркала 1, 2 и 3 сложены так, как показано на рисунке 7 (вид сверху), угол $\alpha = 120^\circ$. Точечный источник света S_0 располагается следующим образом:

- 9 класс — равноудалён от всех трёх зеркал;
- 10 класс — равноудалён от зеркал 1 и 3 и на расстоянии $l = a/2$ от зеркала 2;
- 11 класс — равноудалён от зеркал 1 и 3 и на расстоянии $l = 3a/2$ от зеркала 2.

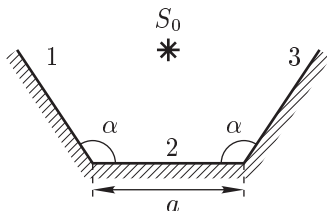


Рис. 7

Сколько изображений k источника S_0 можно увидеть в такой системе? Найдите положения всех изображений источника S_0 и заштрихуйте области, находясь в которых, наблюдатель сможет увидеть ровно $n = 3, 5, 7, \dots$ изображений источника S_0 .

Задача 11. В жёсткой квадратной рамке со стороной $a = 10$ см подвешена тонкая, нерастяжимая, невесомая нить (рис. 8). На нити висит маленький груз массой $m = 2$ г. В контур 1–2–5–3–4–1 нанесли мыльную плёнку с коэффициентом поверхностного натяжения $\sigma = 0,073$ Н/м. На какую высоту относительно начального положения поднимется груз? Затем рамку повернули относительно стороны 2–3 на угол α . Угол между касательными к нитям в точке крепления груза равен $2\varphi = 152^\circ$ (наблюдатель смотрит перпендикулярно рамке), сила натяжения нити $T = 0,08$ Н. Найдите угол α .

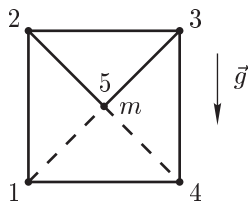


Рис. 8

Задача 12. В вертикальном цилиндре, закрытом снизу, под поршнем находится идеальный газ, давление которого равно p_1 . На дне цилиндра лежит небольшое твёрдое тело. При изотермическом уменьшении высоты поршня в два раза давление газа становится равным p_2 . Каким будет давление газа, если высоту поршня изотермически уменьшить ещё в два раза?

Задача 13. Рабочее тело, внутренняя энергия которого пропорциональна произведению давления газа на объём ($U = kpV$), участвует в нескольких циклических процессах (рис. 9).

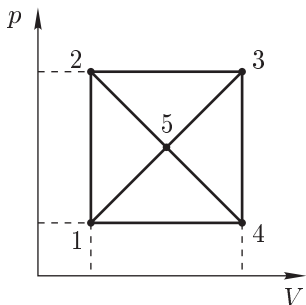


Рис. 9

Участки 1–4 и 2–3 лежат на изобарах, участки 1–2 и 3–4 лежат на изохорах. Точка 5 — пересечение диагоналей прямоугольника 1–2–3–4. Внутренняя энергия газа в точках 2 и 4 одинакова. Известно, что КПД цикла 1–2–3–4–1 равен $\eta = 2/9$, а количество теплоты, под-

ведённое к газу за цикл, в $\beta = 9$ раз больше работы, совершённой над газом на участке 4–1. Определите:

- 10 класс — КПД η_1 цикла 1–3–4–1;
- 11 класс — КПД η_2 цикла 1–2–3–4–5–1.

Задача 14. В каких случаях две частицы с различными электрическими зарядами q_1 и q_2 и массами m_1 и m_2 могут двигаться в неоднородном электрическом поле $\vec{E}(\vec{r})$ по одной и той же траектории?

Задача 15. На покоящемся свободном электроне массой $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг рассеивается на угол $\theta = 180^\circ$ фотон с длиной волны λ . Какую скорость v приобретёт при этом электрон? Чему будет равна длина волны λ' рассеянного фотона? Рассмотреть два случая: $\lambda = 3 \cdot 10^{-12}$ м и $\lambda = 10^{-10}$ м.

Комплект задач составил Бажанский И.