

9 класс

Задача 1. Плот и катер

От пристани «Дубки» экспериментатор Глюк отправился в путешествие по реке на плоту. Ровно через час он причалил к пристани «Грибки», где обнаружил, что забыл свой рюкзак на пристани в «Дубках».

К счастью, Глюк увидел на берегу своего друга — теоретика Бага, у которого была моторная лодка. На ней друзья поплыли обратно, забрали рюкзак и вернулись в «Грибки».

Сколько времени моторная лодка плыла против течения, если всё плавание заняло 32 минуты?

Мотор лодки в течение всего плавания работал на полную мощность, а время, которое потребовалось на подбор рюкзака, пренебрежимо мало.

Задача 2. Линейная теплоёмкость

Теплоёмкость некоторых материалов может зависеть от температуры. Рассмотрим брусок массы $m_1 = 1$ кг, изготовленный из материала, удельная теплоёмкость которого зависит от температуры t по закону:

$$c = c_1(1 + \alpha t),$$

где $c_1 = 1,4 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C), $\alpha = 0,014$ °C⁻¹. Такой брусок, нагретый до температуры $t_1 = 100$ °C, опускают в калориметр, в котором находится некоторая масса m_2 воды при температуре $t_2 = 20$ °C. После установления теплового равновесия температура в калориметре оказалась равной $t_0 = 60$ °C.

Пренебрегая теплоёмкостью калориметра и тепловыми потерями, определите массу m_2 воды в калориметре. Известно, что удельная теплоёмкость воды $c_2 = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°C).

Задача 3. Цепь с двумя амперметрами

В электрической цепи (рис. 1) сила тока, проходящего через резистор R_3 , равна 1 мА. Сопротивления резисторов $R_1 = 1$ кОм, $R_3 = 3$ кОм.

Перерисуйте рисунок 1 в свою тетрадь и укажите на нём направления токов, идущих через резисторы. Чему равно напряжение U батарейки? На сколько миллиампер отличаются показания амперметров A_1 и A_2 ? Амперметры считайте идеальными.

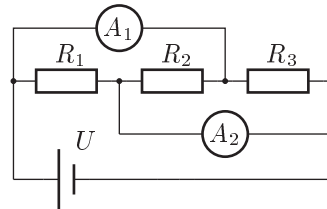


Рис. 1

Продолжение условия смотри на обороте.

Задача 4. На киностудии

При съёмке художественного фильма потребовалось заснять эпизод с падением вагонов поезда с моста в реку. Для этого был построен макет железной дороги, моста и вагонов в масштабе 1 : 50. С какой частотой кадров N_1 необходимо снимать этот эпизод, чтобы при просмотре кадров со стандартной частотой $N_0 = 24$ кадра/с ситуация выглядела правдоподобно?

Задача 5. Два зеркала

Перед системой зеркал M_1 и M_2 расположена буква Б так, как показано на рисунке 2. Постройте на том же рисунке все изображения, даваемые этой системой. Докажите, что других изображений быть не может. Длина каждого из зеркал равна расстоянию между ними.

Рисунок к задаче 5 смотри на другом листе.

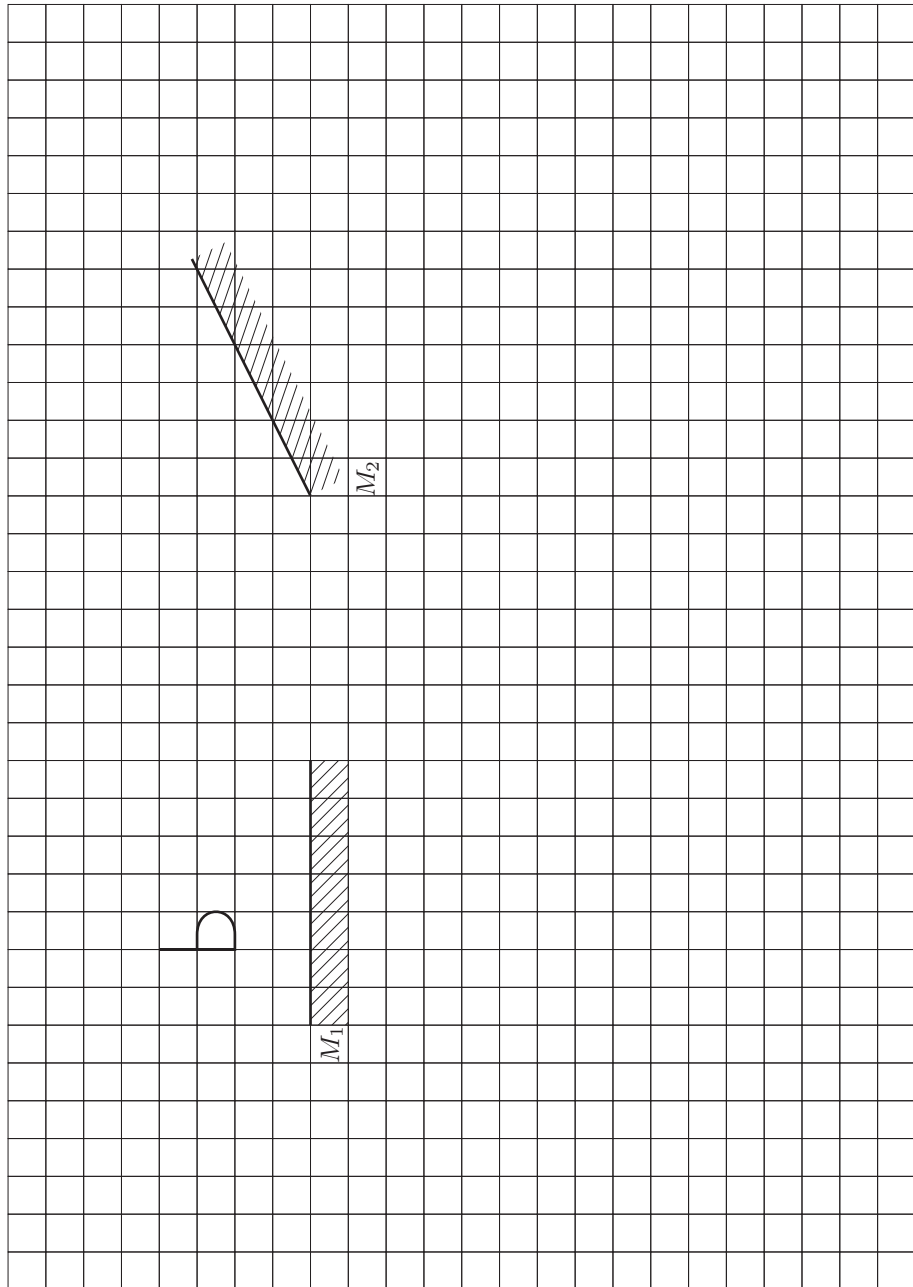


Рис. 2

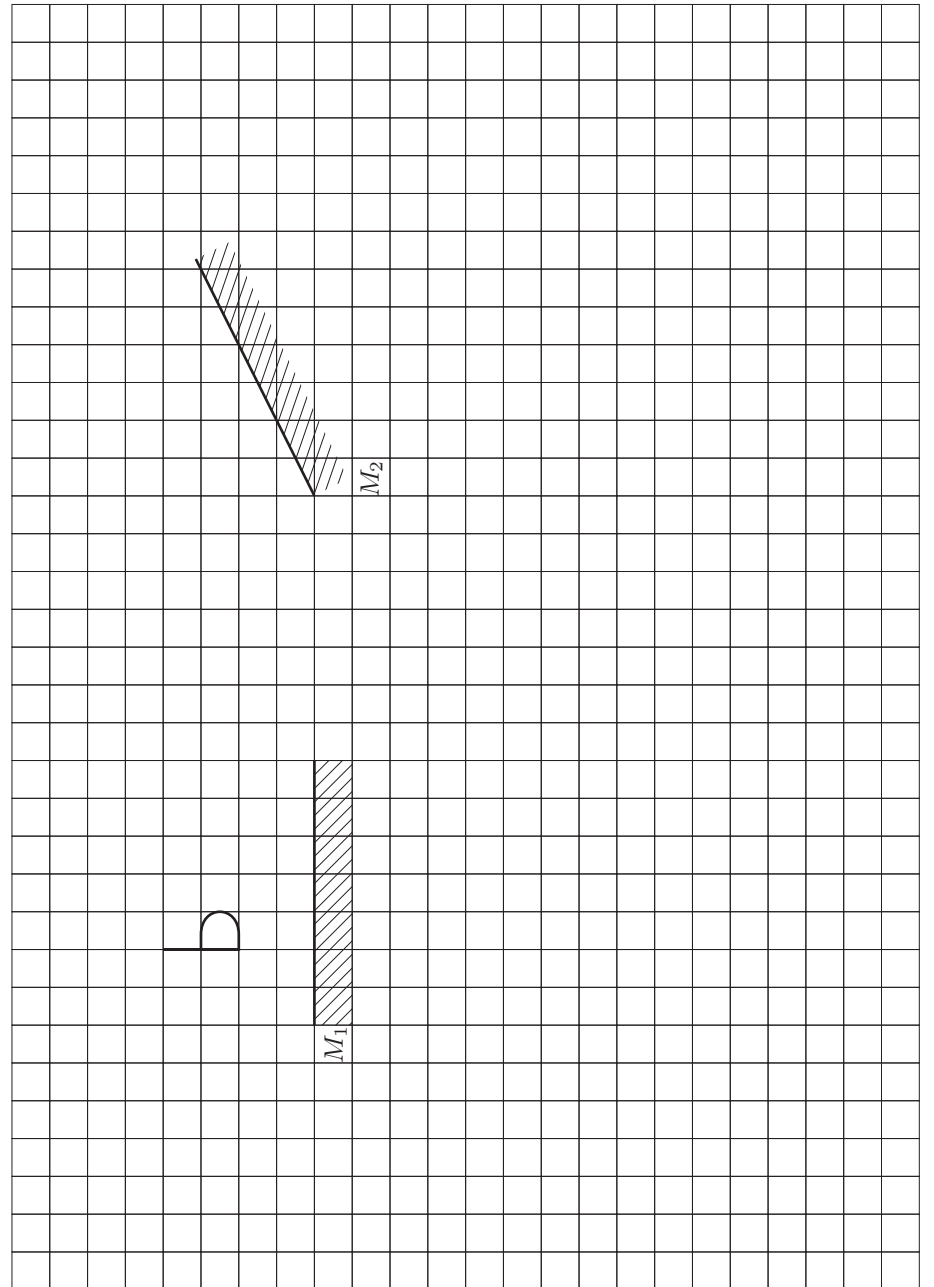


Рис. 2

10 класс

Задача 1. «Абсолютно» упругий удар

Доска массы M и длины L скользит с некоторой скоростью v_0 по гладкой горизонтальной поверхности. На левом краю доски лежит кубик массы m . Коэффициент трения скольжения между кубиком и доской равен μ .

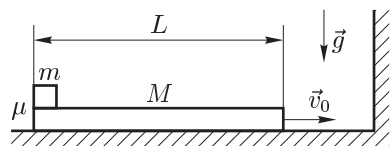


Рис. 1

Доска испытывает абсолютно упругий удар о вертикальную стенку (рис. 1). При какой максимальной скорости $v_0 = v_{\max}$ доски кубик с неё не упадёт? Размерами кубика по сравнению с L пренебречь. В процессе всего движения кубик не опрокидывается.

Задача 2. Электростатическое взаимодействие

Определите модуль силы электростатического отталкивания двух маленьких заряженных шариков одинаковой массы m . Один из них висит на нити длины L , другой — на нити длины $2L$. Угол между нитями равен 60° (рис. 2).

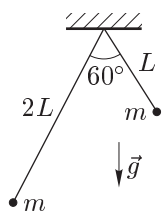


Рис. 2

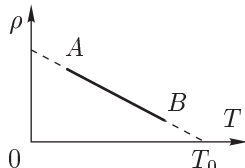


Рис. 3

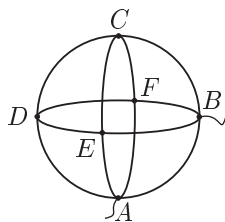


Рис. 4

Продолжение условия смотри на обороте.

Задача 5. Полость в стене

В толстой бетонной стене была обнаружена внутренняя полость. Для определения её объёма в стене просверлили тонкое отверстие, соединяющее полость с атмосферой. Через это отверстие тонким шлангом полость герметично соединили с поршневым насосом и манометром (рис. 5). В начальном состоянии поршень насоса находился в верхнем положении, а давление в системе насос–полость равнялось атмосферному. Затем была исследована зависимость давления в системе от объёма воздуха в насосе $p(V)$. Полученные экспериментальные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

V , л	p , кПа
1,0	100
0,8	110
0,6	130
0,4	150
0,2	175

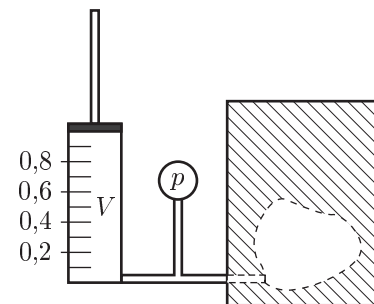


Рис. 5

Путём графического анализа результатов эксперимента, определите объём внутренней полости. Погрешность измерения давления в данном эксперименте составляла 3%. Погрешностью определения объёма под поршнем насоса можно пренебречь. Уменьшение объёма насоса производилось квазистатически, то есть настолько медленно, что температуру воздуха в системе насос–полость на протяжении всего эксперимента можно считать равной температуре окружающей среды.

11 класс

Задача 1. Груз на горке

Слева направо по гладкой плоскости скользит тяжёлая горка массы M , на вершине которой покоится лёгкий груз массы m (рис. 1). Кинетическая энергия K_1 груза в четыре раза меньше его потенциальной энергии Π . Груз съезжает с горки без трения. Найдите его кинетическую энергию K_2 , когда он окажется на плоскости. Считайте, что $\Pi = 1$ Дж, а $M \gg m$.

Задача 2. Нарушение равновесия

Некто провёл серию экспериментов по исследованию устойчивости системы, изображённой на рисунке 2.

Из бункера, расположенного на высоте H над выступающим краем однородной доски, лежащей на двух опорах, сразу после открывания заслонки начинает высыпаться песок с массовым расходом μ кг/с. Расстояние между опорами составляет $2/3$ от длины доски. Система устроена так, что попадая в лёгкую чашу, закреплённую на краю доски, песок там и остаётся.

Экспериментатор заметил, что в первом опыте край доски оторвался от опоры B спустя время $\tau_1 = 1,00$ с после открывания заслонки. После этого экспериментатор вдвое уменьшил массовый расход песка и обнаружил, что доска снова оторвалась от опоры B спустя время τ_1 . В третий раз он уменьшил расход вчетверо по сравнению с первоначальным, и доска оторвалась от опоры B уже спустя время $\tau_2 = 1,75$ с.

Зная, что масса доски $M = 700$ г, определите высоту H , с которой падал песок, и массовый расход μ песка в первом эксперименте.

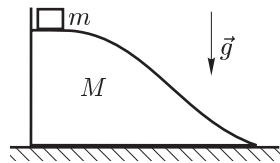


Рис. 1

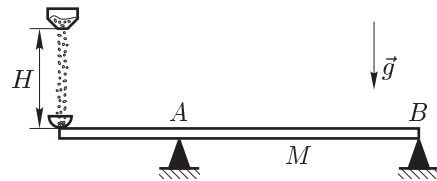


Рис. 2

Задача 3. Цепь с конденсатором

Электрическая схема (рис. 3) состоит из источника постоянного тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r , конденсатора ёмкостью C и резистора R . В начальный момент конденсатор не заряжен.

Ключ K в схеме сначала замыкают, а затем размыкают в тот момент, когда скорость изменения энергии, запасённой в конденсаторе, достигает максимума. Какое количество теплоты выделится в схеме после размыкания ключа?

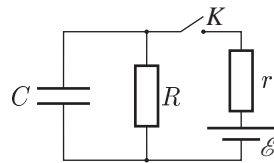


Рис. 3

Продолжение условия смотри на обороте.

Задача 4. Призма на воде

Поверхности воды касается равнобедренная стеклянная призма ABC (рис. 4). Луч света, падающий из воздуха под углом φ_0 на грань AC , после прохождения призмы выходит через грань AB под тем же углом φ_0 . Чему равен угол преломления φ_1 ?

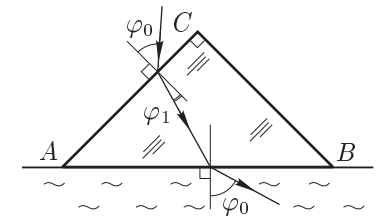


Рис. 4

Показатель преломления воды $n_0 = 4/3$, угол C при вершине призмы — прямой. Величина угла φ_0 неизвестна.

Задача 5. Термодинамический «лабиринт»

Над 1 моль метана (CH_4) совершается процесс, график которого изображён на рисунке 5. Перенесите график процесса в тетрадь и выделите на нём участки, на которых к газу подводится теплота. Какое количество теплоты было подведено к газу в этом процессе? p_0 и V_0 считать известными.

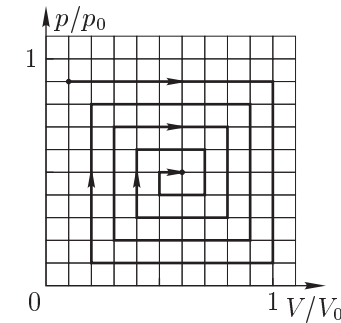


Рис. 5