

7 класс

Задача 1. Трехлинейная винтовка. В старинных мерах длины внутренний диаметр русской винтовки равен трем линиям. Известно, что в 1 м содержится 3,28 фута. В 1 футе – 12 дюймов, в одном дюйме – 10 линий. Выразите в миллиметрах диаметр ствола русской винтовки. (Фольклор)

Задача 2. Средняя скорость. Автомобиль первую половину времени ехал со скоростью $V_1 = 80$ км/ч, оставшееся время – со скоростью $V_2 = 40$ км/ч. Найдите среднюю скорость автомобиля на второй половине его пути. (Подлесный Д.)

Задача 3. Пирамидки. Имеется несколько одинаковых пирамидок с квадратным основанием (рис. 1), изготовленных из органического стекла плотностью $\rho_c = 1,6$ г/см³. Из этих пирамидок можно собрать кубик с длиной ребер $a = 4,0$ см так, что внутри него не будет полостей. Вычислите массу M одной пирамидки. (Слободянин В.)

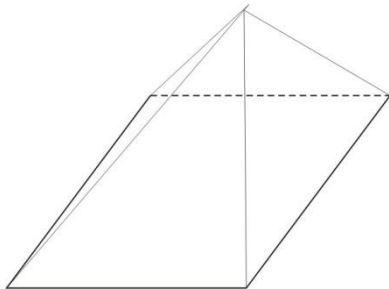


Рис. 1

Задача 4. Составной цилиндр. Три цилиндрика, изготовленные из разных материалов, имеют одинаковые диаметры. Их склеили так, что получился составной цилиндр. Объём, массы и плотность для некоторых цилиндриков известны и приведены на (рис. 2). Какова средняя плотность составного цилиндра? (Подлесный Д.)

$V/4$	$V/6$	
1	2	3
$m/3$	$m/5$	$\rho_3 = 0,8$ г/см ³

Рис. 2

7 класс

Возможное решение

Задача 1. Трехлинейная винтовка

$$1 \text{ м} = 3,28 \cdot 12 \cdot 10 \text{ линий} = 393,6 \text{ линий.}$$

$$3 \text{ линии} = \frac{3}{393,6} \text{ м} = 7,62 \text{ мм.}$$

Задача 2. Средняя скорость

Обозначим путь, пройденный автомобилем за первую половину времени s_1 , за вторую половину времени – s_2 . Полное время – t . Тогда:

$$v_2 = v = 40 \text{ км/ч}, \quad v_1 = 2v = 80 \text{ км/ч}, \quad s_1 = v_1 t/2 = vt, \quad s_2 = v_2 t/2 = vt/2,$$
$$s = s_1 + s_2 = 3vt/2, \quad s/2 = 3vt/4.$$

Первая половина пути будет пройдена за время $t_1 = (3vt/4)/(2v) = 3t/8$, вторая половина – за время $t_2 = t - t_1 = 5t/8$.

Средняя скорость автомобиля на второй половине пути

$$v_{\text{сп}} = (3vt/4)/t_2 = 6v/5 = 48 \text{ км/ч.}$$

Задача 3. Пирамидки

Для сборки кубика нужно 6 пирамидок. В этом случае масса куба

$$M_c = 6M = \rho_c a^3 = 96 \text{ г.}$$

Масса пирамидки $M = 16 \text{ г.}$

Задача 4. Составной цилиндр

Пусть m и V – масса и объём составного цилиндра. Тогда, масса и объём третьего цилиндрика равны:

$$m_3 = m - m/3 - m/5 = 7m/15.$$

$$V_3 = V - V/4 - V/6 = 7V/12.$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{15m_3}{12V_3} = 15\rho_3/12 = 1 \text{ г/см}^3.$$

8 класс

Задача 1. Хлеб с маслом. Дана булка хлеба с размерами сторон: $a = 7$ см, $b = 10$ см, $c = 21$ см и 15 грамм масла. Хлеб нарезают ломтиками толщиной $h = 1$ см и намазывают с одной стороны ровным слоем масла. Получившиеся бутерброды положили на стол. Каково давление масла на хлеб, если $g = 9,8$ Н/кг. Считайте, что масло делят поровну между ломтиками. (Дунин С.М.)

Задача 2. Аквариум. В аквариуме высотой H на горизонтальном резиновом дне лежит квадратная металлическая деталь (рис. 1). В центре детали имеется квадратное отверстие. В аквариум начинают медленно наливать воду, причём вода не подтекает под

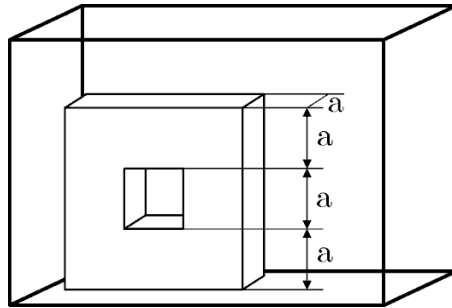


Рис. 1

деталь. Определите зависимость модуля силы N , с которой деталь давит на дно сосуда, в зависимости от уровня h воды в сосуде и постройте соответствующий график. Не забудьте указать, какие величины вы откладываете по координатным осям ☺

(Кармазин С.)

Задача 3. Средняя скорость. Автомобиль первую половину пути ехал со скоростью $V_1 = 40$ км/ч, а оставшуюся часть – со скоростью $V_2 = 60$ км/ч. Найдите среднюю скорость автомобиля за вторую половину времени его движения. (Подлесный Д.)

Задача 4. Глицерин. Экспериментатор Глюк исследовал тепловые свойства жидкостей. Он налил 100 г глицерина в калориметр с подогревом и включил прибор в сеть. Результаты эксперимента приведены на графике I (рис. 2). Вечером к нему пришел теоретик Баг. Он долил в калориметр некоторое количество глицерина и повторил измерения (график II на том же рисунке). Сколько граммов глицерина долил Баг?

(Слободянин В.)

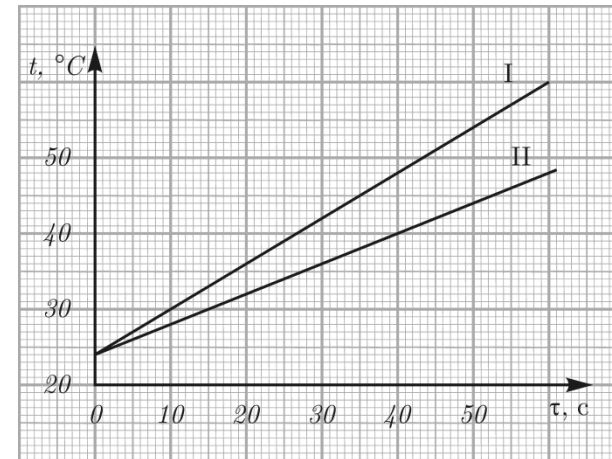


Рис. 2

Решение 8 класс

Задача 1. Хлеб с маслом

Хлеб разрезали на N ломтиков. На каждый ломтик приходится по m/N грамм масла.

Давление масла на каждый ломтик:

$$P = \frac{mg}{Ns'}$$

где s – площадь поверхности одного ломтика, намазанной маслом.

$$s = \frac{V}{Nh}$$

$$p = \frac{mgNh}{NV} = \frac{mgh}{abc} = 1 \text{ Па.}$$

Задача 2. Аквариум

Найдем силу давления в зависимости от уровня воды в аквариуме:

$$h=0: \quad N=mg.$$

$0 < h \leq a$: $N = mg$, т.к. вода не подтекает под деталь.

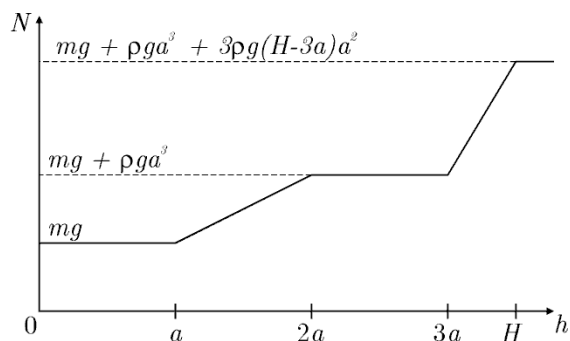
$$a < h \leq 2a: \quad N = mg + \rho g(h-a)a^2,$$

$$2a < h \leq 3a: \quad N = mg + \rho ga^3$$

$$3a < h: \quad N = mg + \rho ga^3 + \rho g(h-3a) \cdot 3a^2$$

$$h=H: \quad N = mg + \rho ga^3 + \rho g(H-3a) \cdot 3a^2$$

Зависимость качественно представлена на графике.



Задача 3. Средняя скорость

Время движения автомобиля со скоростью v_1 равна

$$t_1 = s/(2v_1) \quad \text{со скоростью } v_2, \text{ соответственно} \quad t_2 = s/(2v_2).$$

$$t_1/t_2 = v_2/v_1 = 1.5. \quad \text{Общее время } t = t_1 + t_2, \text{ где} \quad t_2 = tv_1/(v_1 + v_2); \quad t_1 = tv_2/(v_1 + v_2).$$

Автомобиль движется со скоростью v_1 в течение времени $t_1 - t/2$ и со скоростью v_2 – в течение времени t_2 .

Средняя скорость автомобиля за вторую половину времени:

$$v_{\text{ср}} = 2(v_1(t_1 - t/2) + v_2 t_2)/t = 56 \text{ км/ч.}$$

Задача 4. Глицерин

Пусть мощность нагревательного элемента равна P . Запишем уравнение теплового баланса для первого случая: $P\Delta\tau = cm\Delta t_1$.

$$\text{После прихода Бага:} \quad P\Delta\tau = c(m + \Delta m)\Delta t_2.$$

$$\text{Решая совместно эти уравнения, получим:} \quad \Delta m = m(\Delta t_1/\Delta t_2 - 1),$$

Здесь c – удельная теплоемкость глицерина, $m = 100$ г – начальная масса глицерина, Δm – добавленная масса, $\Delta\tau$ – время нагревания, Δt_1 , Δt_2 , – изменение температуры глицерина в первом и во втором случае за одинаковое время нагревания.

Из графика находим: $\Delta\tau = 50$ с, $\Delta t_1 = 30^\circ\text{C}$, $\Delta t_2 = 20^\circ\text{C}$. После подстановки этих данных в уравнение для Δm получим: $\Delta m = 50$ г.

9 класс

Задача 1. На скейтборде.

Крокодил Гена и Чебурашка стоят на скейтбордах на одной прямой на расстоянии L друг от друга (рис. 1), держа в руках лёгкую нерастяжимую верёвку.

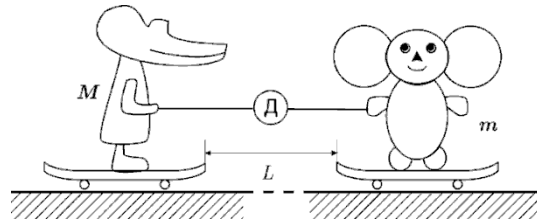


Рис. 1

Масса Гены со скейтбордом равна M , а масса Чебурашки со скейтбордом – m . Гена и Чебурашка начинают тянуть верёвку к себе. В центре верёвки закреплен динамометр Д, который показывает, что сила постоянна и равна F . Найдите ускорения движения $a_Г$ Крокодила Гены и $a_Ч$ Чебурашки. Какое расстояние проедет Гена, прежде чем скейтборды столкнутся? Трение в осях подшипников скейтбордов отсутствует. (Слободянин В.)

Задача 2. Разогрев паром. В теплоизолированном сосуде лежит кусок льда при температуре 0°C . В сосуд небольшими порциями начинают впускать пар при $t = 100^\circ\text{C}$ до тех пор, пока в нём не окажется 100 г воды при $t = 100^\circ\text{C}$. Какое количество теплоты пар передаст содержимому сосуда? (Фольклор)

Задача 3. Разгон и торможение. Автомобиль уходит со стартовой позиции с постоянным ускорением a_1 . Через некоторое время водитель нажимает на педаль тормоза, и автомобиль начинает замедляться с постоянным ускорением a_2 . Через время t_0 , прошедшее с момента старта, машина остановилась. Какой путь L она преодолела за это время? (Подлесный Д.)

Задача 4. Астрономия. При наблюдении с Земли за планетой X, обращающейся вокруг Солнца по круговой орбите, оказалось, что максимальный угол φ между направлением с Земли на Солнце и на планету X равен 46° (рис. 2). Что это за планета? (по мотивам ЕГЭ)

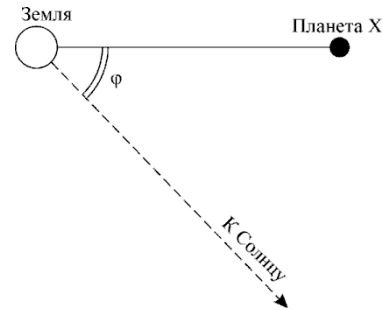


Рис. 2

Справочные данные:

Планета	Расстояние до Солнца в астрономических единицах (а.е.)
Меркурий	0,39
Венера	0,72
Земля	1,00
Марс	1,52
Юпитер	5,20

Задача 5. Делитель.

В электрической цепи (рис. 3) сопротивления всех трех резисторов одинаковы и равны 5 Ом. Определите показания амперметра и вольтметра. Оба электроизмерительных прибора можно считать идеальными. Напряжение на входных клеммах $U_0 = 4,5$ В.

(Фольклор)

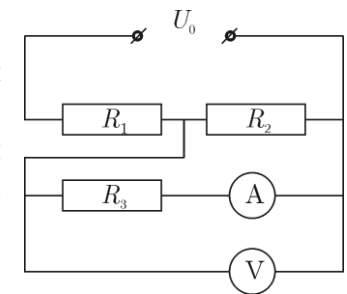


Рис. 3

9 класс

Возможное решение

Задача 1. На скейтборде

Согласно второму закону Ньютона в проекции на ось X (рис. 1):

$$a_{\text{Ч}} = \frac{F}{m}, \quad a_{\text{Г}} = \frac{F}{M}.$$

Перемещения Чебурашки и Гены:

$$s_{\text{Ч}} = a_{\text{Ч}} t^2 / 2, \quad s_{\text{Г}} = a_{\text{Г}} t^2 / 2,$$

где t – время движения до столкновения.

В сумме, Гена и Чебурашка преодолели путь L :

$$s_{\text{Г}} + s_{\text{Ч}} = s_{\text{Г}} + s_{\text{Г}} \frac{a_{\text{Ч}}}{a_{\text{Г}}} = s_{\text{Г}} + s_{\text{Г}} \frac{M}{m} = L. \quad s_{\text{Г}} = L \frac{m}{M + m}.$$

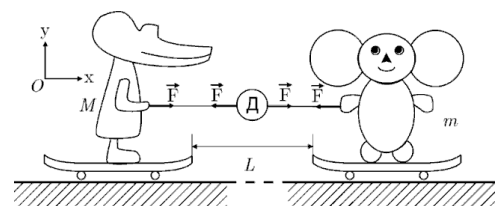


Рис. 1

Задача 2. Разогрев Паром

Пусть M – начальная масса льда, m – масса впущенного пара. Уравнение теплового баланса для рассматриваемого процесса:

$$\lambda M + CM(t-t_0) = Lm.$$

В сосуде оказалось $m_0 = 100$ г воды: $m_0 = m + M$, откуда $M = m_0 - m$.

$$m = \frac{m_0(\lambda + C(t-t_0))}{(\lambda + C(t-t_0) + L)}, \quad Q = Lm = \frac{m_0 L(\lambda + C(t-t_0))}{(\lambda + C(t-t_0) + L)} \approx 56,6 \text{ кДж}.$$

Задача 3. Разгон и торможение

Пусть время разгона равно t_1 , время торможения – t_2 . Скорости в конце разгона и в начале торможения совпадают, поэтому:

$$a_1 t_1 = a_2 t_2.$$

$$t_1 + t_2 = t_0; \quad t_1 = t_0 \frac{a_2}{a_1 + a_2}; \quad t_2 = t_0 \frac{a_1}{a_1 + a_2};$$

Путь, пройденный автомобилем за время t_0 , равен:

$$L = \frac{a_1 t_1^2}{2} + a_2 t_2^2 - \frac{a_2 t_2^2}{2} = t_0^2 \frac{a_1 a_2}{(a_1 + a_2)}.$$

Задача 4. Астрономия

Рассмотрим треугольник, в вершинах которого расположены Земля, Солнце планета X (рис. 2). По условию угол φ максимальный, поэтому угол при планете X – прямой. Пусть r – радиус орбиты планеты X.

$$r = R \sin(\varphi) = 1 \text{ а.е.} \cdot 0,72 = 0,72 \text{ а.е.}$$

Из таблицы видим, что планета X – Венера.

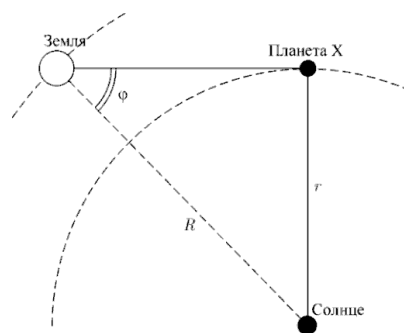


Рис. 2

Задача 5. Делитель

Общее сопротивление схемы равно:

$$R_0 = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{3R}{2} = 7,5 \text{ Ом}.$$

Общая сила тока: $I_0 = U_0 / R_0 = 0,6$ А.

Показания вольтметра: $U_V = U_2 = U_0 - R_1 I_0 = 4,5 \text{ В} - 3 \text{ В} = 1,5 \text{ В}.$

Показания амперметра: $I_A = U_V / R_3 = 1,5 \text{ В} / 5 \text{ Ом} = 0,3 \text{ А}.$

10 класс.

Задача 1. Шарик в жидкости.

В цилиндрическом сосуде, частично заполненном некоторой жидкостью, плавает шарик массой m и диаметром D (рис. 1). Диаметр шарика чуть меньше диаметра внутренней части цилиндра. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы полностью вынуть шарик из жидкости? Известно, что если шарик вынуть из цилиндра, то уровень жидкости понизится на $\Delta h = \frac{2}{3} D$.

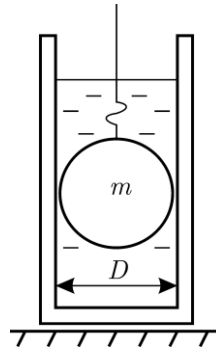


Рис. 1

(Слободянин)

Задача 2. Плотность солнечного вещества. Определите среднюю плотность солнечного вещества ρ_{\odot} , если с Земли солнечный диск виден под углом $\alpha = 32'$; гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ [СИ], и в году 365 дней. (Фольклор).

Задача 3. Глюк открывает новый закон МКТ (1). Однажды экспериментатор Глюк занялся исследованием зависимости скорости звука v в разных газах от температуры t_i . Сначала он заполнил азотом установку и для температур t_1 , и t_2 определил скорости звука $v_1(N_2)$, и $v_2(N_2)$ соответственно. Затем он взял другой газ X и определил скорости звука в нём для тех же температур t_1 , и t_2 . Составляя из полученных результатов всевозможные соотношения, он заметил, что для скоростей звука выполняется новый закон!

$$\frac{v_1(N_2)}{v_2(N_2)} = \frac{v_1(X)}{v_2(X)} = \varepsilon = const.$$

Действительно ли это новый закон МКТ, или случайное совпадение? Докажите или опровергните справедливость этого закона. (Седов Н.)

Примечание. Для заданного газа скорость звука пропорциональна среднеквадратичной скорости молекул.

Задача 4. Платформа с углём. На гладкой горизонтальной поверхности покоится платформа массы M . Бункер с углём движется с постоянной скоростью v_0 над платформой (рис. 2). Когда бункер начинает проходить над краем платформы, его открывают, и уголь начинает высыпаться со скоростью μ [кг/с].

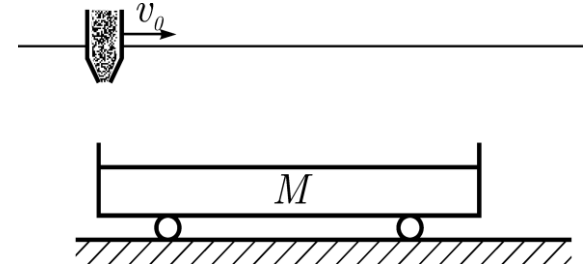


Рис. 2

Сколько угля окажется в платформе к тому моменту, когда её скорость станет равна v_1 . Считайте, что в этот момент уголь продолжает высыпаться на платформу. (Фольклор)

Задача 5. Неизвестное сопротивление. В электрической цепи (рис. 3) сопротивление $R_1 = R_2 = 5$ Ом. Сопротивление R_3 неизвестно. Вольтметр и амперметр идеальные. Сила тока, протекающего через амперметр $I_A = 0,25$ А. Определите показания вольтметра. Напряжение на входных клеммах $U_0 = 4,5$ В. (Фольклор).

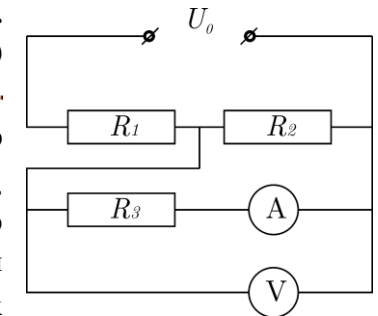


Рис. 3

10 класс

Возможные решения

Задача 1. Шарик в жидкости

Работа минимальна, когда вынутый из жидкости шарик касается её поверхности. В этом работа равна разности потенциальных энергий системы в состоянии 2 и 1 (рис. 1):

$A = W_{p2} - W_{p1}$.	(1)
-------------------------	-----

Поскольку шарик плавает, плотность вещества, из которого он сделан, равна плотности жидкости. Поэтому потенциальная энергия в состоянии 1 равна:

$W_{p1} = \rho S h \frac{h}{2} g,$	(2)
------------------------------------	-----

где S – площадь сечения сосуда, ρ – плотность жидкости. Потенциальную энергию во втором состоянии найдем как сумму потенциальной энергии шарика и жидкости:

$W_{p2} = \rho S (h - \Delta h) \frac{h - \Delta h}{2} g + mg \left(h - \Delta h + \frac{D}{2} \right).$	(3)
---	-----

Изменение потенциальной энергии

$W_{p2} - W_{p1} = -\rho S (h - \Delta h) \Delta h g + \rho S \Delta h \frac{\Delta h}{2} g + mgh - mg\Delta h + mg \frac{D}{2}.$	(4)
---	-----

Объём шарика V равен объему вытесняемой жидкости:

$V = S \Delta h,$	(5)
-------------------	-----

а масса:

$m = \rho V = \rho S \Delta h.$	(6)
---------------------------------	-----

Подставляя соотношение (6) в соотношение (4), после преобразований, получим:

$A = W_{p2} - W_{p1} = mg \frac{D}{6}.$	(7)
---	-----

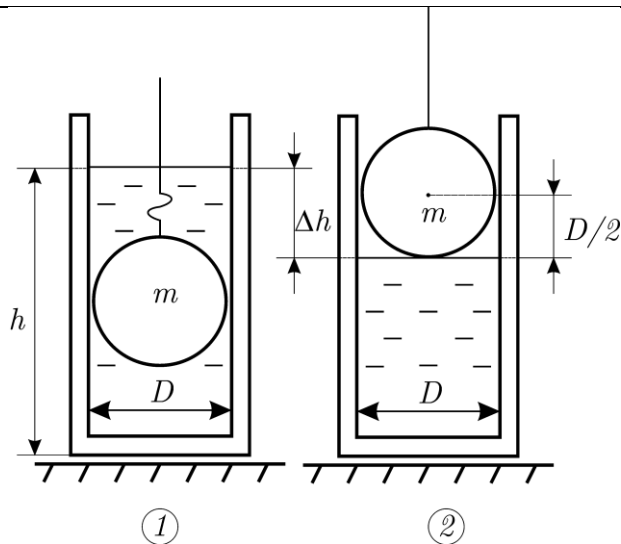


Рис. 1.

Задача 2. Плотность Солнца

Солнце будем считать шаром радиуса r (рис. 2), тогда его масса

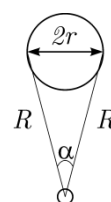
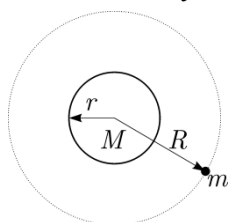


Рис. 2

$M = \rho_{\odot} \frac{4}{3} \pi r^3.$	(1)
---	-----

Предположим, что Земля движется по окружности радиуса R , с постоянной угловой скоростью ω , и пусть масса Земли m . Тогда радиус Солнца можно выразить через радиус орбиты Земли:

$r = R \frac{\alpha}{2}, \quad \alpha = \frac{32}{60} \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \approx 0,0093 \text{ рад}$	(2)
---	-----

По второму закону Ньютона:

$m\omega^2 R = G \frac{Mm}{R^2}$	(3)
----------------------------------	-----

Угловую скорость вращения Земли можно выразить через период вращения T :

$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad T = 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ с} \approx 3,15 \cdot 10^7 \text{ с}$	(4)
---	-----

Подставив выражения (1), (2), (4) в уравнение (3) и выполнив алгебраические преобразования, получим:

$\rho_{\odot} = \frac{24\pi}{GT^2\alpha^3} \approx 1,4 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$	(5)
--	-----

Задача 3. Глюк открывает новый закон МКТ (1)

Для заданного газа скорость звука пропорциональна среднеквадратичной скорости молекул. Среднеквадратичная скорость молекулы пропорциональна корню из **абсолютной** температуры:

$$v(N_2) = \alpha(N_2)\sqrt{T}, \quad v(X) = \alpha(X)\sqrt{T}.$$

$$\frac{v_1(N_2)}{v_2(N_2)} = \frac{\alpha(N_2)\sqrt{T_1}}{\alpha(N_2)\sqrt{T_2}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \varepsilon, \quad \frac{v_1(X)}{v_2(X)} = \frac{\alpha(X)\sqrt{T_1}}{\alpha(X)\sqrt{T_2}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \varepsilon.$$

Закон справедлив.

Задача 4. Платформа с углем

Обозначим искомую массу за m . По закону сохранения импульса, в проекции на горизонтальную ось:

$$(M + m)v_1 = mv_0, \quad m(v_0 - v_1) = Mv_1, \quad m = M \frac{v_1}{v_0 - v_1}.$$

Задача 5. Неизвестное сопротивление

Обозначим показания вольтметра за V , а ток через источник за I . Ток через сопротивление R_2 :

$$I_2 = I - I_A = \frac{V}{R_2} = \frac{V}{R}, \quad (R = R_1 = R_2)$$

$$I = I_A + \frac{V}{R}.$$

Напряжение на клеммах источника равно сумме падения напряжения на резисторе R_1 и резисторе R_2 :

$$U_0 = \left(I_A + \frac{V}{R}\right)R + V = I_A R + 2V, \quad V = \frac{U_0 - I_A R}{2}.$$

Численно $U = 1,625 \text{ В}$.

11 класс

Задача 1. Вязкое трение

В первом опыте в бочку с водой бросили алюминиевый шарик. Вскоре из-за вязкого трения его скорость установилась и стала равной v_1 .

Во втором опыте этот шарик стали вынимать из бочки с помощью прикрепленной к нему нити. Во сколько раз сила F , с которой нужно тянуть за нить, должна быть больше веса шарика P , чтобы в воде он поднимался со скоростью $v_2 = 0,76v_1$?

Примечание: Сила вязкого трения F_c прямо пропорциональна скорости шарика. Удельная плотность алюминия $\rho_{Al} = 2,7 \text{ г/см}^3$. (Фольклор)

Задача 2. Натяжение нити.

На горизонтальной поверхности стола покоится груз I массы m_1 . Он связан с грузом II массы m_2 нитью, перекинутой через лёгкий блок (рис. 1). Между грузом I и поверхностью стола действует сила трения, а коэффициент трения равен μ . Найдите натяжение T нити.

Если массу груза II зафиксировать, а массу груза I изменять, то будет изменяться и натяжение T . Чему равно максимальное натяжение T_m нити? (Фольклор)

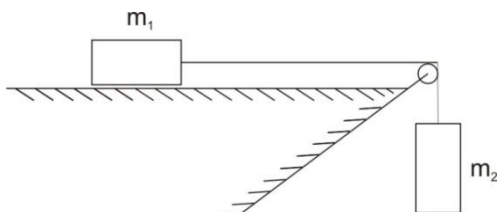


Рис. 1

Задача 3. Глюк открывает новый закон МКТ (2).

Однажды экспериментатор Глюк занялся исследованием зависимости скорости звука v в разных газах от температуры t_i . Сначала он заполнил азотом установку и для температур t_1 , t_2 и t_3 определил в ней скорости звука $v_1(N_2)$, $v_2(N_2)$ и $v_3(N_2)$, соответственно. Затем он взял другой газ X и определил скорости звука в нём для тех же температур t_1 , t_2 и t_3 .

Составляя из полученных результатов всевозможные соотношения, он заметил, что для квадратов скоростей звука выполняется новый закон!

$$\frac{v_1^2(N_2) - v_2^2(N_2)}{v_1^2(N_2) - v_3^2(N_2)} = \frac{v_1^2(X) - v_2^2(X)}{v_1^2(X) - v_3^2(X)} = \Omega = const.$$

Докажите или опровергните справедливость этого закона.

Примечание. Для заданного газа скорость звука пропорциональна среднеквадратичной скорости молекул. (Седов Н.)

Задача 4. Перезарядка конденсаторов.

Как и во сколько раз изменится заряд конденсатора ёмкостью $3C$ после замыкания ключа K в электрической цепи (рис. 1). Ёмкости конденсаторов, указанные на рисунке считать известными. (Чивилёв В.)

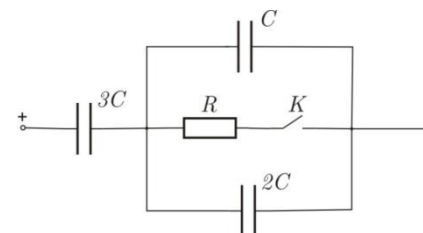


Рис. 2

Задача 5. Максимальная сила тока.

В электрической цепи (рис. 2) заряд конденсатора $q = 0,2 \text{ мКл}$. Ключ замыкают и через время $t = 32 \text{ мкс}$ сила тока в цепи достигает максимального значения I_0 . Найдите силу тока I_0 . (Слободянин В.)

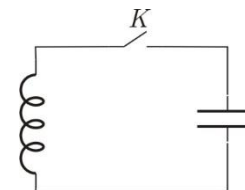


Рис. 3

11 класс

Возможные решения

Задача 1. Вязкое трение

Введем P_w – вес шарика в воде. Он связан с его весом P в воздухе следующим образом:

$$P_w = P - F_A = \frac{\rho_{Al} - \rho_w}{\rho_{Al}} P$$

Второй закон Ньютона при падении в воде:

$P_w + F_c = 0$, где $F_c = -\alpha v_1$ – сила сопротивления воздуха (α – коэффициент пропорциональности между силой сопротивления и скоростью).

При подъеме в воде:

$$F = P_w + \alpha v_2$$

Решая эту систему уравнений, получаем

$$F = P_w \left(1 + \frac{v_2}{v_1}\right) = P \left(1 + \frac{v_2}{v_1}\right) \left(1 - \frac{\rho_w}{\rho_{Al}}\right)$$

Эта сила больше веса шарика в 1,2 раза.

Задача 2. Натяжение нити

Пусть груз I скользит по поверхности стола. Тогда, согласно второму закону Ньютона

$$m_1 a = T - \mu m_1 g$$

$$m_2 a = m_2 g - T$$

Решая совместно эти уравнения, получим

$$T = (1 + \mu) g \left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \right)$$

По мере увеличения массы груза I сила натяжения будет расти. Своего максимального значения она достигнет при неподвижных грузах, то есть

$$T_m = m_2 g$$

Примечание: ответ $T_m = (1 + \mu) m_2 g$ неверен.

Задача 3. Глюк открывает новый закон МКТ (2)

Известно, что среднеквадратичная скорость движения молекул равна $v_{sq} = \sqrt{3kT/m}$.

Скорость звука пропорциональна среднеквадратичной скорости, поэтому $v \propto \sqrt{T/m}$

Поэтому найденные Глюком соотношения переписываются так:

$$\frac{t_1 + T_0}{m_{N_2}} - \frac{t_2 + T_0}{m_{N_2}} = \frac{t_1 + T_0}{m_X} - \frac{t_2 + T_0}{m_X}$$
$$\frac{t_1 + T_0}{m_{N_2}} - \frac{t_3 + T_0}{m_{N_2}} = \frac{t_1 + T_0}{m_X} - \frac{t_3 + T_0}{m_X}$$

Здесь $T_0 = 273 \text{ K}$. Очевидно, найденный Глюком закон выполняется.

Задача 4. Перезарядка конденсаторов

Пусть напряжение в сети равно U . Сначала общая емкость цепи составляла 1,5 С. Напряжение на конденсаторе емкостью 3С равно половине общего напряжения цепи. Поэтому заряд на нем был $q_1 = 3C \frac{U}{2}$.

После замыкания ключа, когда ток перестанет течь, напряжение на параллельно соединенных конденсаторах будет равно нулю. Поэтому заряд на оставшемся конденсаторе будет равен $q_2 = 3CU = 2q_1$, то есть заряд увеличился в 2 раза.

Задача 5. Максимальная сила тока

Рассматриваемая электрическая цепь представляет собой колебательный контур. Время t будет составлять четверть периода колебаний силы тока:

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{LC}$$

Из закона сохранения энергии

$$\frac{q^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2}$$

Тогда $I_0 = \frac{q}{\sqrt{LC}} = \frac{\pi q}{2t} = 9,8 \text{ мА}$.