

Вступительные экзамены по физике 1997 года

Каждый вариант состоит из задач трех типов.

Первые три задачи – расчетные различной трудности: от почти стандартных до сравнительно сложных, требующих смекалки, глубоких знаний, умения разобраться в непривычной или усложненной ситуации.

Четвертая задача – это задача-оценка.¹ Для ее решения надо понять рассматриваемое физическое явление: сформулировать простую (так как нужна только оценка) физическую модель этого явления: выбрать разумные числовые значения физических величин, и, наконец, получить численный результат, более или менее соответствующий реальности. В тексте задачи подчеркивалось, что абитуриент может сам выбрать необходимые для решения задачи величины и их числовые значения.

Пятая задача – это задача-демонстрация, в которой надо объяснить физическое явление, демонстрируемое в аудитории. Здесь надо понять сущность явления и среди различных факторов выделить главный.

Поступающим в НГУ предлагались следующие варианты задач по физике:

73-ФФ, 74-ФФ – абитуриентам-физикам (июль);

79-ФЕН – абитуриентам-биологам и химикам (июль).

На репетиционных экзаменах:

71р-ФФ, 72р-ФФ – абитуриентам физикам (март);

78р-ФЕН – абитуриентам биологам и химикам (март);

77-ГГФ – абитуриентам-геологам (март).

Таблица физических величин для задач-оценок

Размер Земли $2R_3 = 1,3 \cdot 10^4$ км

¹ О задачах-оценках см.: Меледин Г.В. Физика в задачах. Экзаменационные задачи с решениями. 2-е изд. М.: Наука.1989. Приложение к ж. "Квант" 95/н 2 "Практикум абитуриента". Молекулярная физика, опенка, атомная физика. Г.В.Мелелин. Задачи-оценки. М.: Бюро Квантум.1995. С. 107-116.

Размер Солнца $2R_{\odot} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ км}$

Расстояние до Солнца $l_{\odot} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ км}$

Расстояние до Луны $l = 4 \cdot 10^5 \text{ км}$

Угловой размер Солнца и Луны $\alpha_{\odot} = 2R_{\odot} / l_{\odot} = 0,01 \text{ рад}$

Размер зрачка глаза $\alpha = 2 - 5 \text{ мм}$

Длина световой волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$
для зеленого цвета

Угловое разрешение глаза $\alpha = \lambda / \alpha \approx 10^{-4} \text{ рад}$

Размёр атома водорода $2a = 10^{-10} \text{ рад}$

Плотность воздуха $p_{\text{возд.}} \approx 1 \text{ кг/м}^3$

Молярная масса воздуха $\mu_{\text{возд.}} = 29 \cdot 10^3 \text{ кг/моль}$

Плотность воды $p_{\text{вод.}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$

Молярная масса воды $\mu_{\text{возд.}} = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$

Плотность железа $p_{\text{жс}} = 8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Скорость пули $v \approx 10^3 \text{ м/с}$

Скорость звука в воздухе $c_{\text{зв.}} \approx 3 \cdot 10^2 \text{ м/с}$

Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Показатель преломления воды $n = 4/3$

Длительность одного года $T \approx \pi \cdot 10^7 \text{ с}$

Универсальные постоянные

Ускорение свободного падения $g \approx 10 \text{ м/с}^2$

Гравитационная постоянная $G \approx 7 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / \text{кгс}^2$

Газовая постоянная $R \approx 8 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}$

Число Авогадро $N_A \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$

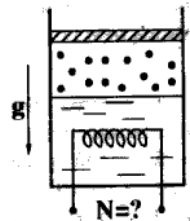
Электрическая постоянная $\kappa \approx 1 / (4\pi e_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ м/ф}$

Варианты задач

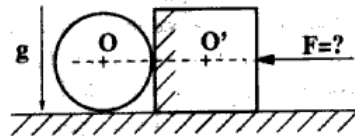
Вариант 73 – ФФ

1. Дымовая шашка падает вертикально с высоты H_0 с нулевой начальной скоростью. Дым сносится ветром, который дует горизонтально на всех высотах с постоянной скоростью V_0 . На сколько он будет снесен относительно вертикальной траектории шашки на высоте h над поверхностью Земли в момент падения шашки на землю? Ускорение свободного падения g .

2. В вертикальном теплоизолированном сосуде под поршнем массы M находится жидкость со своим насыщенным паром. Какую мощность M необходимо подводить к нагревателю в жидкости, чтобы поршень поднимался с постоянной скоростью v ? Температура внутри сосуда равна T , молярная масса μ , теплота парообразования λ . Внешнее давление отсутствует. Газовая постоянная равна R .



3. На горизонтальной поверхности лежат касающиеся друг друга кубик и цилиндр массы M каждый. С какой минимальной горизонтальной силой F , направленной вдоль прямой OO' , проходящей через центры тел, надо толкать кубик, чтобы при движении системы цилиндр не вращался? Коэффициенты трения обоих тел о поверхность и между собой одинаковы и равны μ .



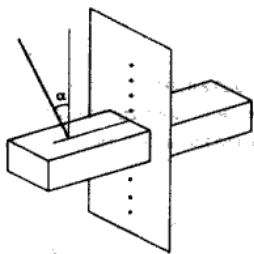
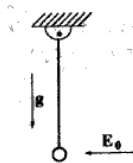
4. Оцените сопротивление и мощность бытовой электрической лампочки накаливания сразу после ее включения.

Предполагается, что Вы хорошо представляете явление, можете сами задать недостающие и необходимые для решения задачи величины, выбрать их числовые значения и получить численный результат.

5. Параллельный пучок света освещает предмет. На экране имеется изображение его тени, полученное с помощью линзы. Если поместить между предметом и линзой матовое стекло непосредственно вблизи предмета, то изображение на экране сохраняется. Если матовое стекло приближать к линзе, то изображение постепенно расплывается и затем исчезает. Объясните явление.

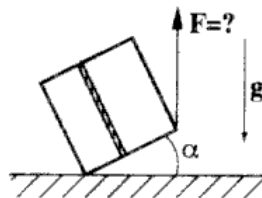
Вариант 74 – ФФ

1. На невесомом стержне длины L висит маленький шарик массы m с зарядом Q . На короткое время t включается постоянное горизонтальное электрическое поле напряженностью E_0 . Найдите максимальный угол отклонения стержня от вертикали.



2. Плоскопараллельная пластинка из стекла с показателем преломления n и толщиной H вставлена в перпендикулярный ей экран. В плоскости, перпендикулярной к экрану, на пластинку под углом α к нормали к ней падает тонкий луч света в точку, находящуюся на расстоянии l от экрана. На нем по обе стороны от пластинки видна система светящихся точек. Найдите расстояние между соседними точками, а также между самыми дальними из них.

3. На горизонтальной плоскости находится невесомый кубический сосуд, разделенный тонким подвижным поршнем массы m . В каждой части сосуда находится по одному молу идеального газа при постоянной температуре T . С какой вертикальной силой P нужно удерживать нижнее ребро сосуда, чтобы он сохранял положение, в котором его дно составляет с плоскостью угол α ? Сторона куба равна a . Трением, а также массой газа в сосуде пренебречь. Газовая постоянная равна R .



4. Человек стоит на непроводящем резиновом коврике, лежащем на земле, и держится рукой за оголенный провод бытовой электрической сети. Оцените величину тока, проходящего через руку.

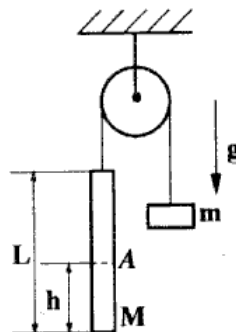
Предполагается, что Вы хорошо представляете явление, можете сами задать недостающие и необходимые для решения задачи величины, выбрать их числовые значения и получить численный результат.

5. На столе лежат один на другом два журнала, придавленные небольшим грузом. Нижний журнал закреплен, а к верхнему привязана нить с подвешенным к ней другим грузом. Если этот груз отпустить, то журнал соскальзывает. Если же вставить некоторое количество страниц одного журнала между страницами другого, то при прежних условиях журнал останется неподвижным. Объясните явление.

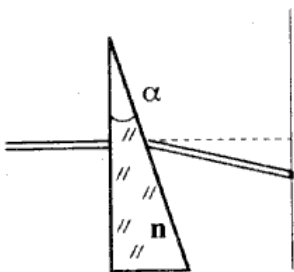
Вариант 79 – ФЕН

1. Н открытом сосуде Дьюара вместимостью $V=10$ л осталось $v=1$ л жидкого азота плотностью $\rho = 8 \cdot 10^2 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Сосуд по ошибке прочно закупорили. Азот в нем пастепенно прогревается и, испаряясь, превращается в газ. Разорвется ли сосуд Дьюара после прогрева азота до комнатной температуры, если он выдерживает давление газа изнутри не более $P_0 = 2 \cdot 10^6 \text{ Па}$? Молярная масса азота $\mu = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{моль}$, газовая постоянная равна $R = 8,3 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К})$.

2. Нить перекинута через невесомый блок с неподвижной осью. К одному ее концу прикреплен груз массы m , а к другому – однородный прямой стержень длины L и массы m . Найдите силу натяжения в стержне в сечении A на расстоянии h от его нижнего конца. Ускорение свободного падения равно g .



3. К сопротивлению R , подключенному к источнику с внутренним сопротивлением r_i , подсоединяют сопротивление g один раз параллельно, а другой – последовательно. При каком g выделяющиеся на нем мощности будут одинаковы?



4. По нормали к вертикальной грани стеклянной призмы падает узкий луч света. Пройдя сквозь призму и преломившись, этот луч создает светлое пятно на вертикальном экране. Острый угол α при вершине призмы мал, показатель

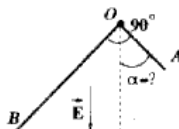
преломления стекла $n > \frac{1}{3\alpha}$ (при этом

$$\sin 3\alpha \approx 3\alpha).$$

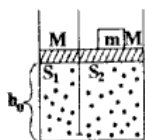
Покажите, что многократные отражения в этой призме не приводят и появлению новых световых пятен на экране.

Вариант 71р – ФФ

1. Однородный равномерно заряженный прут, согнутый под прямым углом, расположен в горизонтальной плоскости и может свободно вращаться в ней без трения вокруг вертикальной закрепленной оси, проходящей

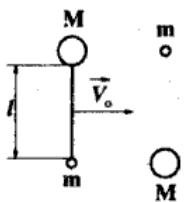


через вершину угла О. Часть прута АО в n раз короче части ОВ. Прут находится в горизонтально направленном однородном электрическом поле E . Найти угол α между АО и направлением электрического поля.



2. Два вертикальных цилиндра с сечениями S_1 и $S_2 > S_1$ сообщаются между собой снизу через узкий короткий канал. Цилиндры наполнены газом и плотно закрыты сверху поршнями одинаковой массы M .

Поршни могут перемещаться без трения. Они находятся в равновесии на одинаковой высоте h_0 , и при этом на поршне с большим сечением находится дополнительный груз массы m . На какой высоте h установится этот поршень, если груз m убрать? Температура газа постоянна, ускорение свободного падения g .

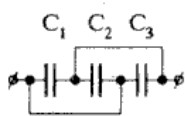


3. Невесомый стержень длины l с телами массы m и M , закрепленными на его концах, движется поступательно со скоростью V_0 , перпендикулярной к его оси. Найти натяжение стержня после того, как к этим телам одновременно прилипнут два первоначально покоившихся тела с такими же массами M и m (см. рисунок).

4. Дети стреляют косточками от слив, сжимая их между пальцами. Оцените максимальное расстояние, на которое могут улететь эти косточки. Предполагается, что Вы хорошо представляете явление, можете сами задать недостающие и необходимые для решения задачи величины, выбрать их числовые значения и получить численный результат.

5. К заряженному конденсатору подключают первоначально незаряженный конденсатор меньшей емкости, соединяя их выводы А,В и а,б соответственно. В момент подсоединения между выводами конденсаторов проскакивает искра, сопровождающаяся характерным щелчком. Затем второй конденсатор "переворачивают" и снова подключают, соединяя на этот раз выводы А,В и б,а соответственно. Процедура "переворачивания" и подсоединения повторяется многократно, каждый раз сопровождаясь проскакиванием искры. Если же второй конденсатор такой же, как первоначально заряженный, то искры наблюдаются только при первых двух подсоединениях, после чего полностью прекращаются. Объясните явление.

Вариант 72р – ФФ

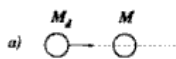


1. Найти эквивалентную емкость изображенной цепи, включающей емкости C_1 , C_2 и C_3 .

2. Автомобиль движется с равномерной скоростью.

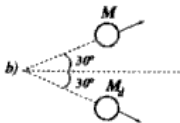
Расположенные на дороге позади и впереди него датчики

зарегистрировали, различную продолжительность T_1 и T_2 соответственно длительности звука гудка автомобиля: Найти скорость автомобиля, если скорость звука в воздухе равна C .



3. Дейтрон (ядро дейтерия – тяжелого изотопа водорода) массы M_d вдвое большей массы протона

M_p налетает на неподвижное ядро массы M (см. а),



После упругого соударения дейтрон и ядро разлетаются (см. б) под углом 30° каждый к направлению первоначального движения дейтрона. Найти массу ядра.

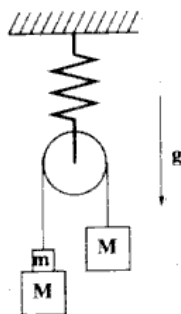
Какой это элемент?

4. Маятниковые часы с периодом колебаний $T = 1$ с установлены на Земле. Точно такие же часы установили на высотном воздушном шаре, находящемся над полюсом Земли на высоте 10 км. Оцените, насколько разойдутся показания часов за одни сутки.

Предполагается, что Вы хорошо представляете явление, можете сами задать недостающие и необходимые для решения задачи величины, выбрать их числовые значения и получить численный результат.

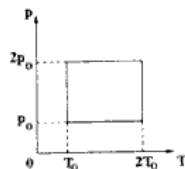
5. К заряженному конденсатору подключают первоначально незаряженный конденсатор меньшей емкости, соединяя их выводы А,В и а,б соответственно. В момент подсоединения между выводами конденсаторов проскакивает искра, сопровождающаяся характерным щелчком. Затем второй конденсатор "переворачивают" и снова подключают, соединяя на этот раз выводы А,В и б,а соответственно. Процедура "переворачивания" и подсоединения повторяется многократно, каждый раз сопровождаясь проскакиванием искры. Если же второй конденсатор такой же, как первоначально заряженный, то искры наблюдаются только при первых двух подсоединениях, после чего полностью прекращаются. Объясните явление.

Вариант 77р – ГГФ



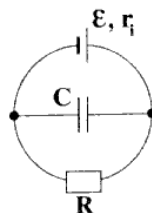
1. Неподвижный невесомый блок подвешен за ось при помощи пружины. Когда к концам нити, перекинутой через блок, прикреплены одинаковые грузы массы M , то растяжение пружины равно Δl . Каким будет растяжение пружины, если к концам нити прикрепить грузы масс M и $M + m$ соответственно и плавно их отпустить? Ускорение свободного падения равно g .

2. На графике в осях p и T изображен циклический процесс, который совершает один моль идеального газа. Диапазон изменения температуры – от T_0 до $2T_0$, а давления – от p_0 до $2p_0$. Найти разницу



между максимальным и минимальным объемами, занимаемыми газом в ходе процесса. Газовая постоянная равна R .

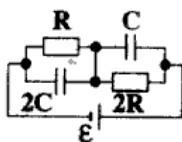
3. В цепи, изображенной на рисунке, к источнику ЭДС $\mathcal{E}$ с внутренним сопротивлением r_i параллельно подсоединены сопротивление R и конденсатор C . В цепи течет постоянный ток. Определить заряд на конденсаторе.



4. В чем разница между массой и весом тела? Мерой, каких физических величин они служат?

Вариант 78р – ФЕН

1. Если запустить вокруг планеты Меркурий, не имеющей атмосферы, низколетящий спутник почти вплотную к ее поверхности, то период обращения спутника составит $T \approx 5 \cdot 10^3$ с. Постоянная всемирного тяготения равна $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$. Найти среднюю плотность $\bar{\rho}$ планеты.



2. В изображенной цепи установился постоянный ток. ЭДС батареи равна E . Найти ток текущий через сопротивления R и $2R$, и электрический заряд на конденсаторах C и $2C$.

3. Чистую воду массы $m = 1$ кг переохладили до $t_1 = -10^0$ C (это вполне возможно). Для начала процесса кристаллизации в нее бросили маленький кусочек льда. После этого вода частично

обратилась в лед, выделив соответствующее количество тепла. Найти массу льда в образовавшейся смеси льда с водой. Удельная теплоемкость воды $C_B = 4 \cdot 10^3 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$, у льда - вдвое ниже. Удельная теплота образования льда $\lambda = 3 \cdot 10^5 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

4. Сформулируйте основные положения молекулярно - кинетической теории. Каков порядок величины минимальных значений масс и размеров молекул?

Решения, указания, ответы

Вариант 73 – ФФ

1. Из уравнения для координаты ракеты в момент времени t :

$$h(t) = H_0 - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2(H_0 - h)}{g}}.$$

Но $x = V_0(t_0 - t)$, где $t_0 = \sqrt{\frac{2H_0}{g}}$ – время падения. Тогда

$$x = V_0 \left(\sqrt{\frac{2H_0}{g}} - \sqrt{\frac{2(H_0 - h)}{g}} \right) = V_0 \sqrt{\frac{2H_0}{g}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{h}{H_0}} \right).$$

Чтобы нарисовать график $h(x)$, введем $a = V_0 \sqrt{\frac{2H_0}{g}}$, $y = \frac{x}{a}$, $\frac{h}{H_0} \equiv h$,

тогда

$$y = 1 - \sqrt{1 - h} \Rightarrow \sqrt{1 - h} = 1 - y \Rightarrow 1 - h = (1 - y)^2 = 1 - 2y + y^2$$

или $h = y(2 - y)$, т. е. имеем параболу.

2. Давление пара $P = Mg/S = \text{Const}$, следовательно, и $T = \text{Const}$. При подведении к нагревателю мощности N за время Δt испарится жидкость в количестве $\Delta m = pVS\Delta t$, тогда $N\Delta t = \lambda\Delta m = \lambda pVS\Delta t$, где p – плотность пара, S – сечение сосуда. Плотность пара: $p = P\mu/(RT)$, откуда для мощности получим $N = Mg\mu\lambda V/(RT)$.

3. Введем силы: F_k – между кубом и плоскостью, F_c , – между цилиндром и плоскостью, F_{kc} , – между кубом и цилиндром. Пусть N_c , N_k и N – силы реакции, действующие на цилиндр со стороны плоскости, на куб со стороны плоскости и на куб (цилиндр) со стороны цилиндра (куба) соответственно. Тогда $F_k = \mu N_k$, $F_c = \mu N_c$, $F_{kc} = \mu N$. Если α – ускорение системы, то уравнение 2-го закона Ньютона для каждого из тел имеют следующий вид: $Ma = F - \mu N_k - N$ (по x), $Ma = N - \mu N_c$, – цилиндр (по x), $N_k = Mg + \mu N$ – куб (по y) и $N_c = Mg + \mu N$ – цилиндр (по y). Необходимо, чтобы цилиндр двигался, не вращаясь, т.е. действующий на него момент сил равен нулю. Этими силами являются F_c , и F_{kc} , и их равенство (т.к. плечи этих сил одинаковы и равны радиусу цилиндра) дает равенство сил N_c , и N . Таким образом,

$$Ma = N(1 - \mu), Mg = N(1 - \mu), \text{ откуда } a = g, N = \frac{Mg}{1 - \mu}.$$

Следовательно, из уравнений, описывающих движение куба, получаем:

$$F = Ma + \mu N_k + N = Ma + N + \mu(Mg - \mu N) = Mg(1 + \mu) + N(1 - \mu^2) = Mg(1 + \mu) + \frac{Mg}{1 - \mu}(1 - \mu^2) = 2Mg(1 + \mu).$$

$$4. \frac{R}{T} = \frac{R_0}{T_0}; W_0 = \frac{U^2}{R_0}, W = \frac{U^2}{R} \rightarrow \frac{W}{W_0} = \frac{R_0}{R} = \frac{T_0}{T} \approx \frac{300^0}{3000^0} \approx \frac{1}{10}.$$

Тогда $W_0 \approx 1000 \text{ Вт}$ при $W = 100 \text{ Вт}$; при этом $R = \frac{U^2}{W} \approx 48,4 \text{ Ом}$ и

$$R_0 = R \frac{W}{W_0} = 4,84 \text{ Ом}.$$

5. Самое простое решение – линза просто переносит изображение предмета, возникающее на матовом стекле, и сфокусированность изображения, построенного линзой, определяется просто соотношением расстояний между матовым стеклом, линзой и экраном.

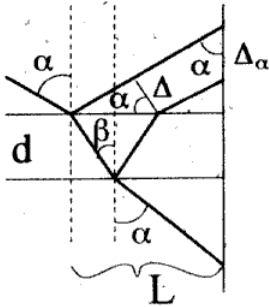
Решение варианта 74 – ФФ

1. За короткое время пренебрежем смещением шарика. Импульс, приобретаемый шариком, равен $\Delta p = QE\tau$, так что приобретаемая

кинетическая энергия есть $E_k = \frac{\Delta p^2}{2m} = \frac{(QE\tau)^2}{2m} = \frac{mV^2}{2}$. Высота

подъема шарика $H = L(1 - \cos \alpha) = \frac{V^2}{2g}$, откуда

$\cos \alpha = 1 - \frac{(QE\tau/m)^2}{2gL}$. При $\left(\frac{QE\tau}{m}\right)^2 > 4gL$ шарик сделает полный оборот.



2. Из геометрии видно, что $\Delta = 2dtg\beta \cos \alpha$

причем $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$. Расстояние между соседними точками:

$$\Delta_\alpha = \frac{\Delta}{\sin \alpha} = 2dtgctg\alpha = \\ = 2dtgctg\alpha \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha / n^2}} =$$

$$= 2dctg\alpha \frac{\sin \alpha}{n\sqrt{1 - \sin^2 \alpha / n^2}} = \frac{2d \cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}.$$

Расстояние между крайними точками:

$$d + Ltg\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) + (L - dtg\beta)ctg\alpha = d + 2Lctg\alpha - d \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} ctg\alpha \\ = d + 2Lctg\alpha - \frac{d \cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} = 2Lctg\alpha + d \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}\right)$$

3. Пусть поршень сместился вниз от центрального положения, так что отстоит от левой стенки куба на расстоянии x . Если слева от поршня давление равно p_l , а справа -- p_r , то изотермичность всего процесса означает, что $p_l x a^2 = p_r (a - x) a^2 = RT$. Условие равновесия поршня:

$$mg \sin \alpha + p_r a^2 = p_l x a^2 \Rightarrow Mg \sin \alpha = a^2 (p_l - p_r) = \frac{RT}{x} - \frac{RT}{(a - x)}.$$

Отсюда имеем уравнение $\frac{1}{x} - \frac{1}{a-x} = \frac{Mg \sin \alpha}{RT} \equiv b$ или

$$bx^2 - (2 + ab)x + a = 0$$

Корни этого уравнения равны: $x_{1,2} = \frac{2 + ab \pm \sqrt{4 + a^2 b^2}}{2b}$. Для выбора

правильного знака проверим знак выражения $a/2 - x$ (это величина смещения поршня вниз от начального положения равновесия посередине куба; ясно, что эта величина должна быть > 0 , т.к. поршень вверх сместиться не может):

$$a/2 - x = \frac{a}{2} - \frac{2 + ab \pm \sqrt{4 + a^2 b^2}}{2b} = \frac{-2 \pm \sqrt{4 + a^2 b^2}}{2b}.$$

Видно, что нужно выбрать корень со знаком минус, так что

$$x = \frac{2 + ab - \sqrt{4 + a^2 b^2}}{2b}, \text{ и при этом } \frac{a}{2} - x = \frac{\sqrt{4 + a^2 b^2} - 2}{2b}.$$

Плечо силы тяжести Mg поршня относительно нижнего ребра куба равно

$$\left(\frac{a}{2} - x \right) \cos \alpha - \frac{a}{2} \sin \alpha, \text{ так что условие равновесия куба при действии}$$

$$\text{искомой силы } F \text{ имеет вид } Mg \left[\left(\frac{a}{2} - x \right) \cos \alpha - \frac{a}{2} \sin \alpha \right] = Fa \cos \alpha,$$

$$\text{откуда } F = \frac{Mg}{2} \left(\frac{\sqrt{4 + a^2 b^2} - 2}{ab} - \tan \alpha \right). \text{ Видно, что вместо } b \text{ следует}$$

ввести

$$\text{безразмерную константу } k = ab = \frac{Mga \sin \alpha}{RT}, \text{ и тогда искомая сила } F$$

равна

$$F = \frac{Mg}{2} \left(\frac{\sqrt{4 + k^2} - 2}{k} - \tan \alpha \right).$$

4. Ток через человека определяется тем, что в цепи переменного тока емкость C , которую представляет собой тело человека, имеет ненулевое

сопротивление. Имеем: $I \approx \frac{\Delta Q}{\Delta t} \approx C \frac{\Delta U}{\Delta t} \approx \omega C U$, где ω – частота

тока.. Оценка величины C : $C \approx \sqrt[3]{\frac{m}{p}}$, где M – масса человека, p –

плотность тела, практически равная плотности воды. Т. о.

$$C \approx (80 \cdot 10^3)^{1/3} \text{ см} \approx 0.5 \text{ м} \approx 5 \cdot 10^{-11} \Phi.$$

$$\text{Тогда } I \approx 50 \cdot 2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^2 \text{ А} \approx 3 \cdot 10^2 \text{ А} = 3 \mu \text{А}.$$

5.. Если вставить некоторое количество страниц одного журнала между страницами другого, то пропорционально вырастет полная сила трения, так что теперь тянущей силы не хватает, чтобы соответствующий журнал начал двигаться.

Решение варианта 79 – ФЕН

1. Масса жидкого азота в сосуде равна $m = pV$, где p – плотность жидкого азота, а V – занимаемый им объем. После своего испарения жидкий азот займет весь объем сосуда V_k , так что по уравнению Менделеева-

Клайперона имеем $p_k V_k = \frac{m}{\mu} RT$, откуда для конечного давления

получаем

$$p_k = \frac{pV}{\mu V_k} RT = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^2 \cdot 8.3 \cdot 300}{28 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3}} \approx 7.1 \cdot 10^6 \text{ Па} > 2 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

то есть сосуд разорвется.

2. Система, масса которой равна сумме масс стержня и груза, приводится в движение силой, равной разности сил тяжести обоих тел, подвешенных к концам нити, перекинутой через блок, то есть $(M + m)a = (M - m)g$, откуда находим ускорение, с которым движется каждое, из тел системы:

$$a = \frac{M - m}{M + m} g. \text{ Если } M > m, \text{ то брусок движется вниз, а тело массы } m -$$

вверх, и наоборот. Пусть, для простоты, $M > m$. Теперь рассматриваем движение самого бруска. Его нижняя часть высотой h движется с найденным ускорением a вниз под действием разности двух сил – искомой силы натяжения T , тянущей эту часть бруска вверх, и противоположно ей направленной силы тяжести этой части бруска. Последняя определяется

массой $M_h = \frac{h}{L} M$. Таким образом, имеем $M_h a = M_h g - T$, откуда

$T = M_h(g - a) = \frac{h}{L} \left(1 - \frac{M - m}{M + m} \right) g = \frac{2mM}{M + m} \frac{h}{L} g$, что и требовалось определить.

3. Так как речь идет о мощностях, выделяющихся на одном и том же сопротивлении, то эти мощности будут равны при равенстве токов, текущих по этому сопротивлению. Когда сопротивление r подключено последовательно к сопротивлению R , то ток через оба этих сопротивления

один и тот же и равен $I_{\text{посл}} = \frac{\mathcal{E}}{R + r_i + r}$, где $\mathcal{E}$ – ЭДС источника. При

параллельном соединении сопротивлений R и r полный ток в цепи равен

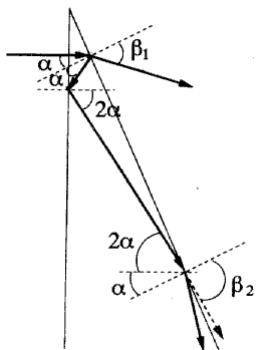
$$I = \frac{\mathcal{E}}{r_i + \frac{Rr}{R+r}} = \frac{\mathcal{E}(R+r)}{Rr_i + rr_i + Rr}. \text{ Этот ток распределяется по}$$

сопротивлениям R и r так, что $I_R + I_r = I$ и $I_R R = I_r r$, откуда

$$I_{\text{парал}} = I_r = \frac{R}{R+r} I = \frac{\mathcal{E}R}{Rr_i + rr_i + Rr}. \text{ Приравнивая токи } I_{\text{посл}} \text{ и } I_{\text{парал}}$$

получаем $\frac{1}{R + r_i + r} = \frac{R}{Rr_i + rr_i + Rr}$, откуда находим искомую

$$\text{величину сопротивления } r: r = \frac{R^2}{r_i}.$$



4. Луч, вышедший из призмы через правую грань, пойдет под углом β_1 к этой грани

(точнее, к нормали к ней) таким, что

$$\frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha} = n. \text{ Луч, который отразится в этой}$$

точке выхода, упадет на левую грань призмы уже под углом 2α и после отражения от нее

упадет на правую грань под углом 3α . Поэтому для угла преломления этого луча имеем

$\sin \beta_2 = n \sin 3\alpha$, и так как по условию $n > \frac{1}{3\alpha}$, получаем, что

$\sin \beta_2 > 1$, т.е. на правую грань луч падает под углом, большим угла полного внутреннего отражения, и поэтому уже не выйдет из призмы.