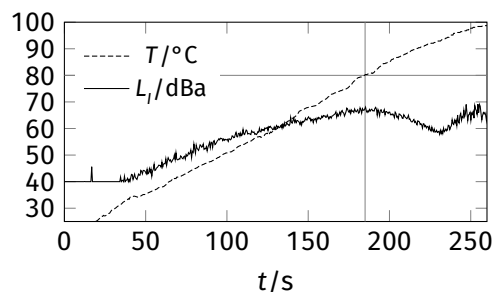
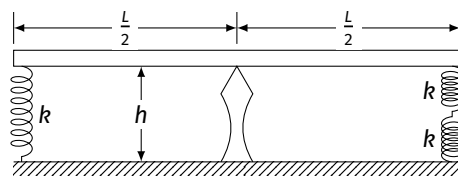


9-1° Чайник (3 р) При кипячении воды уровень шума L_I , производимого чайником, возрастает, пока температура T не достигнет примерно 80°C , а затем опять снижается (см. рис.). Объясните, почему это происходит.



9-2° Камень (3 р) Если фрагмент метеорита, подвешенный на динамометре, погрузить в воду, показание динамометра составляет 14 N, а если погрузить в масло — 16 N. Определите массу и плотность фрагмента метеорита. Плотность воды $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, плотность масла $0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

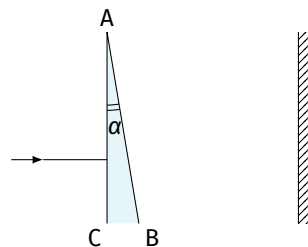
9-3° Странные весы (3 р) Центр однородной доски длины $L = 1 \text{ m}$ находится на подпорке высотой $h = 5 \text{ cm}$. Между столом и одним концом доски установлена пружина с коэффициентом жесткости $k = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ и длиной h в недеформированном состоянии; между столом и другим концом доски — две таких же пружины, соединённые последовательно. На каком расстоянии от центра доски и с какой стороны нужно поставить гирию массой $m = 1 \text{ kg}$, чтобы доска была горизонтальна?



9-4° Глобальное потепление (3 р) В два одинаковых цилиндрических стакана сечения $S = 30 \text{ cm}^2$ поместили одинаковые куски льда массой $m = 10 \text{ g}$ каждый. Оба стакана до половины заполнили водой: первый дистиллированной (плотность $\rho_0 = 1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), а второй — солёной (плотность $\rho_1 = 1,02 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$). После добавления воды лёд не касается дна. Через некоторое время лёд в обоих стаканах растает. Объясните, как изменится уровень воды и рассчитайте разность между уровнями воды в стаканах, когда лёд растает.

9-5° Золотая рыбка (3 р) Кастрюлю объёмом $V_t = 2 \ell$ до краёв заполнили водой при температуре $T_0 = 10^\circ\text{C}$. Затем туда поместили золотой слиток при температуре $T_1 = 70^\circ\text{C}$, так что часть воды вылилась. Через некоторое время температуры слитка и воды стали равны $T = 20^\circ\text{C}$. Какова была бы равновесная температура воды, если бы в сосуд поместили не один, а два таких же золотых слитка? Удельная теплоёмкость воды $c_0 = 4,2 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ и плотность $\rho_0 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Удельная теплоёмкость золота $c_1 = 0,13 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ и плотность $\rho_1 = 19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.

9-6° Ломай — не хочу (4 р) На прямую треугольную призму перпендикулярно грани AC падает узкий луч лазера (см. рис.). Сколько освещённых точек будет видно на экране, который находится за призмой и параллелен грани AC? Коэффициент преломления стекла $n = 1,41$, угол $\alpha = 10^\circ$. Длина стороны AC и экрана очень велика.



9-7° Слабый нагреватель (3 р) В сосуд, заполненный водой при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$, помещён кипятильник (металлическая спираль), сопротивление которого R меняется в зависимости от температуры T как $R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$, где $\alpha = 0,1 \frac{1}{^\circ\text{C}}$, а $R_0 = 100 \Omega$. Примите, что в любой момент температуры кипятильника и воды одинаковы. Сосуд не изолирован, и каждую секунду теряет энергию $Q = \beta(T - T_0)$, где $\beta = 2 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}}$. Кипятильник подключён к источнику тока, который даёт неизменный ток $I = 0,2 \text{ A}$. До какой максимальной температуры T_{max} нагреется вода?

9-8° Струны и единицы измерения (3 р) Частота колебаний струны зависит только от её диаметра D , плотности ρ и силы натяжения F . Одну из нейлоновых струн гитары заменили на никелевую, диаметр которой в 1,5 раза меньше. Во сколько раз сильнее нужно натянуть никелевую струну, чтобы частота её колебаний была такая же, как у нейлоновой? Плотность нейлона $\rho_1 = 1240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, плотность никеля $\rho_2 = 8900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Продолжение на следующей странице.

9-9° Зимние радости (2 р) Мальчик съехал на санках с постоянной скоростью с пологого ледяного склона, который образует угол $\varphi = 1^\circ$ с горизонтом. В конце спуска оказалось, что полозья санок стали на $\Delta T = 0,5^\circ\text{C}$ теплее, чем в начале спуска. Общая масса мальчика и саней $M = 70\text{ kg}$, полозья изготовлены из стали с удельной теплоёмкостью $c = 420 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, масса полозьев $m = 0,75\text{ kg}$. Можно считать, что полозья приняли $\eta = 40\%$ от общего количества тепла, выделившегося при спуске. Ускорение свободного падения $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

- (a) Чему равна сила трения, которая действовала на санки во время спуска?
- (b) Насколько длинным был склон?

9-10° Тест (3 р) В каждом вопросе один ответ правильный. Поясните свой выбор. Ответы без пояснений не будут оцениваться.

(1) Ускорение свободного падения на Меркурии в K раз меньше, чем на Земле. Камень, падающий свободно с высоты h над поверхностью Земли, достигает поверхности Земли за время t . С какой высоты над поверхностью Меркурия нужно сбросить камень, чтобы он достиг поверхности Меркурия за то же самое время t ? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- (a) h/K^2
- (b) h/K
- (c) h
- (d) hK
- (e) hK^2

(2) Из латуни (сплав, плотность которого $8730 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) изготовлен кубик с длинами сторон 3 см, 4 см и 5 см. Этот кубик поставили на стол. Каково максимальное давление, оказываемое кубиком на поверхность стола?

- (a) 4,28 кПа
- (b) 428 кПа
- (c) 3,43 кПа
- (d) 257 кПа

(3) Космонавтка на Международной космической станции находится в состоянии невесомости, потому что...

- (a) она находится за пределами поля гравитации Земли;
- (b) сила притяжения Луны компенсирует силу земного притяжения;
- (c) сила притяжения Солнца компенсирует силу земного притяжения;
- (d) её ускорение совпадает с ускорением станции.

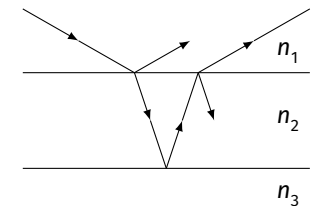
(4) Лифт едет вверх с постоянной скоростью. Которое из утверждений верно? Силами трения пренебречь.

- (a) Кинетическая энергия лифта постоянна.
- (b) Потенциальная энергия лифта относительно Земли постоянна.
- (c) Полная механическая энергия лифта относительно Земли постоянна.
- (d) Ответы (a) и (c) правильные, а ответ (b) неправильный.
- (e) Ответы (a), (b) и (c) правильные.

(5) Детская горка имеет очень крутой начальный уклон, который постепенно переходит в более пологий. Как меняется величина скорости v и ускорения a ребенка, который скатывается с горки, если пренебречь силами трения?

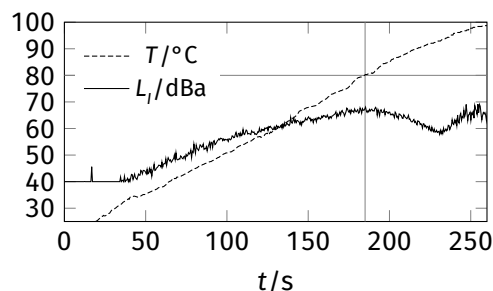
- (a) И v , и a увеличиваются.
- (b) v увеличивается, a не меняется.
- (c) v увеличивается, a уменьшается.
- (d) v уменьшается, a увеличивается.

(6) На рисунке показан ход лучей в трёх средах, показатели преломления которых, соответственно, n_1 , n_2 и n_3 . В каком из вариантов дано корректное сравнение показателей преломления?



- (a) $n_1 < n_2 < n_3$
- (b) $n_2 < n_1 < n_3$
- (c) $n_1 < n_3 < n_2$
- (d) $n_3 < n_1 < n_2$
- (e) $n_3 < n_2 < n_1$

10-1° Чайник (3 р) При кипячении воды уровень шума L_I , производимого чайником, возрастает, пока температура T не достигнет примерно 80°C , а затем опять снижается (см. рис.). Объясните, почему это происходит.



10-2° Слабый нагреватель (3 р) В сосуд, заполненный водой при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$, помещён кипятильник (металлическая спираль), сопротивление которого R меняется в зависимости от температуры T как $R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$, где $\alpha = 0,1 \frac{1}{^\circ\text{C}}$, а $R_0 = 100 \Omega$. Примите, что в любой момент температуры кипятильника и воды одинаковы. Сосуд не изолирован, и каждую секунду теряет энергию $Q = \beta(T - T_0)$, где $\beta = 2 \frac{1}{^\circ\text{C}}$. Кипятильник подключён к источнику тока, который даёт неизменный ток $I = 0,2 \text{ A}$. До какой максимальной температуры T_{max} нагреется вода?

10-3° Падающая мишень (3 р) Янис стреляет из лука по мишени, которая находится на высоте H над землёй и на горизонтальном расстоянии L от Яниса. Стрелу выпускают со скоростью v с высоты h в тот момент, когда мишень начинает свободно падать. Ускорение свободного падения g .

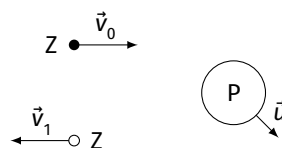
- Под каким углом нужно стрелять, чтобы попасть в цель?
- В реальности следует учитывать время реакции t . Под каким углом нужно стрелять в этом случае?

10-4° Моторная лодка (5 р) Моторная лодка, массой $m = 100 \text{ kg}$, движется по озеру со скоростью $v_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. На лодку действует сила сопротивления, пропорциональная её скорости: $\vec{F} = -k\vec{v}$, где $k = 5 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$. В момент времени $t = 0$ мотор лодки глушат, и она продолжает двигаться по прямой.

- Каково ускорение лодки и куда оно направлено при $t = 0$?
- Каков путь прошла лодка от $t = 0$ до момента, когда её скорость уменьшилась до $\frac{1}{2}v_0$?
- Какова скорость лодки, когда она преодолела треть полного пути до остановки?

10-5° Глобальное потепление (3 р) В два одинаковых цилиндрических стакана сечения $S = 30 \text{ cm}^2$ поместили одинаковые куски льда массой $m = 10 \text{ g}$ каждый. Оба стакана до половины заполнили водой: первый дистиллированной (плотность $\rho_0 = 1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), а второй — солёной (плотность $\rho_1 = 1,02 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), так, что лёд не касается дна. Объясните, как изменится уровень воды и рассчитайте разность между уровнями воды в стаканах, когда лёд растает.

10-6° Гравитационный манёвр (4 р) Космический зонд Z приближается к планете P с большого расстояния со скоростью $v_0 = 7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, пролетает мимо неё и, снова оказавшись вдали от неё, движется в направлении противоположном изначальному (см. рис.). Модуль орбитальной скорости планеты $u = 10 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ и её направление не меняются во время манёвра. Определите максимальный и минимальный возможный модуль скорости зонда v_1 после манёвра. Все скорости и направления даны относительно звезды, вокруг которой вращается планета.



10-7° Тяжёлый голубь (4 р) Голубь сидит на легкой растяжимой бельевой верёвке точно посередине между её концами, которые закреплены на одинаковой высоте. Перед тем, как голубь на неё сел, верёвка не была деформирована, её длина $l_0 = 5 \text{ m}$, а площадь сечения $S_0 = 2 \text{ mm}^2$. Верёвка рвётся, когда механическое напряжение в ней превышает $\sigma = 2,5 \text{ MPa}$, а относительное удлинение $\varepsilon = 0,5$. Объём верёвки во время деформации не меняется. Какова максимальная масса голубя, которую может выдержать верёвка? Ускорение свободного падения $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

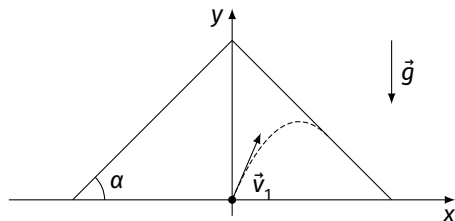
10-8° Шарик в стакане (3 р) Рассмотрим цилиндрический стакан с водой, который может вращаться вокруг своей оси. Ко дну стакана на расстоянии R от его центра прикреплена лёгкая нить длиной l , к другому концу которой привязан шарик, плотность которого меньше плотности воды. Шарик всё время находится полностью в воде.

- В какую сторону сместится шарик, если стакан начнёт вращаться?
- С какой угловой скоростью должен вращаться стакан, чтобы нить образовала угол α с вертикалью?

Продолжение на следующей странице.

10-9° Ленивый бросок (5р) Область вертикальной плоскости, в которой во время движения может находиться тело, брошенное с заданной скоростью под любым углом к горизонту, ограничена параболой. Ускорение свободного падения равно g .

- (a) Выведите формулу этой параболы, если тело брошено из начала координат со скоростью v_0 . Рассмотрите случай, когда начальная скорость направлена вертикально вверх, и случай, который соответствует максимальной дальности полёта.
- (b) Небольшой шарик бросают из центра основания конуса. Боковая поверхность конуса образует с основанием угол $\alpha = 30^\circ$. Минимальная начальная скорость, которая необходима, чтобы шарик достиг вершины конуса, равна v . Чему равна минимальная скорость v_1 , с которой следует бросить шарик, чтобы он достиг боковой поверхности конуса?



10-10° Тест (3р) В каждом вопросе один ответ правильный. Поясните свой выбор. Ответы без пояснений не будут оцениваться.

(1) Ускорение свободного падения на Меркурии в K раз меньше, чем на Земле. Камень, падающий свободно с высоты h над поверхностью Земли, достигает поверхности Земли за время t . С какой высоты над поверхностью Меркурия нужно сбросить камень, чтобы он достиг поверхности Меркурия за то же самое время t ? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- (a) h/K^2
 (b) h/K
 (c) h
 (d) hK
 (e) hK^2

(2) Из латуни (сплав, плотность которого $8730 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) изготовлен кубик с длинами сторон 3 см, 4 см и 5 см. Этот кубик поставили на стол. Каково максимальное давление, оказываемое кубиком на поверхность стола?

- (a) 4,28 кПа
 (b) 428 кПа
 (c) 3,43 кПа
 (d) 257 кПа

(3) Космонавтка на Международной космической станции находится в состоянии невесомости, потому что...

- (a) она находится за пределами поля гравитации Земли;
 (b) сила притяжения Луны компенсирует силу земного притяжения;
 (c) сила притяжения Солнца компенсирует силу земного притяжения;
 (d) её ускорение совпадает с ускорением станции.

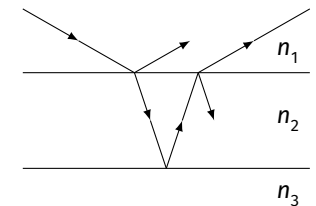
(4) Лифт едет вверх с постоянной скоростью. Которое из утверждений верно? Силами трения пренебречь.

- (a) Кинетическая энергия лифта постоянна.
 (b) Потенциальная энергия лифта относительно Земли постоянна.
 (c) Полная механическая энергия лифта относительно Земли постоянна.
 (d) Ответы (a) и (c) правильные, а ответ (b) неправильный.
 (e) Ответы (a), (b) и (c) правильные.

(5) Детская горка имеет очень крутой начальный уклон, который постепенно переходит в более пологий. Как меняется величина скорости v и ускорения a ребенка, который скатывается с горки, если пренебречь силами трения?

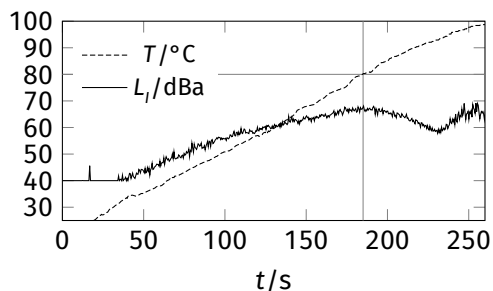
- (a) И v , и a увеличиваются.
 (b) v увеличивается, a не меняется.
 (c) v увеличивается, a уменьшается.
 (d) v уменьшается, a увеличивается.

(6) На рисунке показан ход лучей в трёх средах, показатели преломления которых, соответственно, n_1 , n_2 и n_3 . В каком из вариантов дано корректное сравнение показателей преломления?



- (a) $n_1 < n_2 < n_3$
 (b) $n_2 < n_1 < n_3$
 (c) $n_1 < n_3 < n_2$
 (d) $n_3 < n_1 < n_2$
 (e) $n_3 < n_2 < n_1$

11-1° Чайник (3 р) При кипячении воды уровень шума L_I , производимого чайником, возрастает, пока температура T не достигнет примерно 80°C , а затем опять снижается (см. рис.). Объясните, почему это происходит.

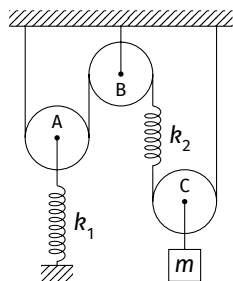


11-2° Падающая мишень (3 р) Янис стреляет из лука по мишени, которая находится на высоте H над землёй и на горизонтальном расстоянии L от Яниса. Стрелу выпускают со скоростью v с высоты h в тот момент, когда мишень начинает свободно падать. Ускорение свободного падения g .

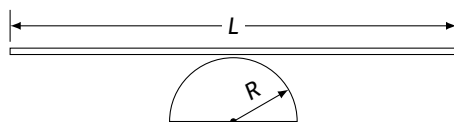
- Под каким углом нужно стрелять, чтобы попасть в цель?
- В реальности следует учитывать время реакции t . Под каким углом нужно стрелять в этом случае?

11-3° Блоки и пружины (3 р) Три блока, две пружины с коэффициентами жесткости $k_1 = 15 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ и $k_2 = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ и гири массой $m = 100 \text{ g}$ соединены нитями, как показано на рисунке. Массы блоков, нитей и пружин пренебрежимо малы, нити нерастяжимы. Система находится в равновесии.

- Чему равны удлинения пружин?
- На какую высоту поднимется блок С, если массу гири постепенно уменьшить до нуля?



11-4° Палка-качалка (4 р) Тонкий стержень длины L расположен симметрично на полуцилиндре радиусом R . Чему равен период маленьких колебаний стержня? Момент инерции стержня вокруг его центра равен $\frac{1}{12}mL^2$. Стержень не скользит, ускорение свободного падения равно g .



11-5° Источник $I-U$ (2 р) Блок питания автоматически переключается между двумя режимами: (а) если ток во внешней цепи не превышает I_{max} , блок питания обеспечивает постоянное напряжение U_0 ; (б) если напряжение на внешней цепи не превышает U_{max} , блок питания обеспечивает постоянный ток I_0 . К блоку питания подключают резистор с сопротивлением R . Чему равна средняя мощность, которая будет выделяться на этом резисторе за долгое время, учитывая, что переключение как из режима (а) в режим (б), так и из (б) в (а) занимает одинаковое короткое время?

11-6° Слияние капель (4 р) Каков максимальный радиус, при котором две одинаковых капли ртути на стеклянной поверхности спонтанно сольются вместе, когда соприкоснуться? Плотность и поверхностное натяжение ртути равны $\rho = 13,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ и $\sigma = 0,5 \text{ J/m}^2$, ускорение свободного падения равно $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Примите, что капли сферические и что ртуть не смачивает стекло.

11-7° Пламя свечи (3 р) На расстоянии $a = 75 \text{ cm}$ от свечи помещена тонкая собирающая линза с оптической силой $D = 2 \text{ m}^{-1}$ и радиусом $r = 15 \text{ cm}$, а на расстоянии $b = 200 \text{ cm}$ за линзой — экран. Во сколько раз изменится максимальная освещённость экрана, если убрать линзу? Главная оптическая ось линзы проходит через пламя свечи перпендикулярно экрану.

11-8° Сквозь Вселенную (4 р) В этом задании допустим, что Вселенная не расширяется и что она прозрачна для излучения. Эта модель очень упрощённая, но полезна для грубых оценок. Допустим, что средняя светимость звёзд во Вселенной равна L , а количество звёзд в единице объёма n всюду одинаково. Плотность энергии излучения в каждой точке Вселенной равна e .

- Используя данные величины, оцените радиус видимой части Вселенной R .
- Объясните, почему R в этой модели должен быть конечным.

11-9° Оригами (4р) Два равномерно заряженных бесконечных листа бумаги с поверхностной плотностью заряда $+\sigma$ сложили пополам под углом 2α и расположили, как показано на Рис. 1.

- (а) Каков должен быть угол α , чтобы напряжённость электрического поля E в точке А была максимальной?

Из одного листа вырезали прямоугольник $2a \times a$ и сложили под углом в 90° , как показано на Рис. 2, образовав две смежных грани куба.

- (b) Какова напряжённость электрического поля в точке С — центре этого воображаемого куба?

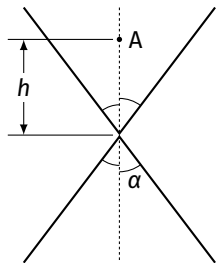


Рис. 1

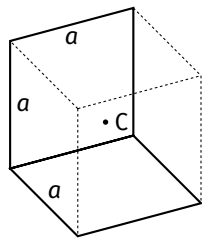


Рис. 2

11-10° Тест (3р) В каждом вопросе один ответ правильный. Поясните свой выбор. Ответы без пояснений не будут оцениваться.

- (1) Даны три резистора с сопротивлениями $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$ и $R_3 = 100 \Omega$. Каким образом их нужно соединить, чтобы общее сопротивление этой цепи было между 40Ω и 50Ω ?

- (a) R_1 и R_3 параллельно, затем соединены последовательно с R_2
 (b) R_2 и R_3 параллельно, затем соединены последовательно с R_1
 (c) R_1 и R_3 последовательно, затем соединены параллельно с R_2
 (d) R_2 и R_3 последовательно, затем соединены параллельно с R_1

- (2) Несжимаемая жидкость втекает со скоростью $5 \frac{m}{s}$ в трубу, входной диаметр которой 2 м. Если площадь сечения второго конца трубы $0,5 m^2$, какова скорость жидкости на выходе из трубы?

- (a) $1,3 \frac{m}{s}$
 (b) $12 \frac{m}{s}$
 (c) $31 \frac{m}{s}$
 (d) $40 \frac{m}{s}$

- (3) Глаз здорового человека (в определённом возрасте) может создать чёткое изображение объекта, когда тот находится не ближе, чем 25 см от глаза. Допустим, что пациент не может чётко видеть объекты, которые находятся ближе 50 см от глаза. Каким должна быть минимальная оптическая сила линзы, чтобы она помогла этому пациенту снова ясно видеть объекты на расстоянии 25 см?

- (a) -4 dpt
 (b) -2 dpt
 (c) $+2 \text{ dpt}$
 (d) $+4 \text{ dpt}$

- (4) Цилиндр наполнен газом под давлением p , объём газа равен V . Этот газ изотермически расширяется до объёма $3V$, после этого изобарически (при постоянном давлении) сжимается до начального объёма, затем изохорически (при постоянном объёме) давление увеличивается, пока не становится равным начальному давлению. Какое утверждение о работе A , проделанной газом, истинно?

- (a) $A < \frac{2}{3}pV$
 (b) $\frac{2}{3}pV < A < \frac{4}{3}pV$
 (c) $\frac{4}{3}pV < A < 2pV$
 (d) $A > 2pV$

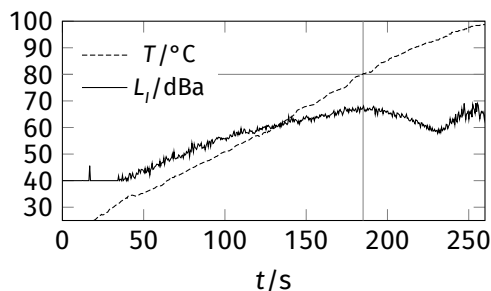
- (5) Две металлических сферы X и Y вначале не заряжены и соприкасаются. Отрицательно заряженный стержень приближают к сфере X, не прикасаясь к ней. Если сферы после этого разъединить, какое утверждение о зарядах этих сфер истинно?

- (a) $q_X = 0$, $q_Y = 0$
 (b) $q_X > 0$, $q_Y > 0$
 (c) $q_X < 0$, $q_Y > 0$
 (d) $q_X > 0$, $q_Y < 0$

- (6) Прямоугольная рамка ($a \times b$) вращается вокруг одной из сторон в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . Индуцируется ли в рамке электродвижущая сила (ЭДС)?

- (a) ЭДС не индуцируется
 (b) ЭДС индуцируется
 (c) Зависит от направления \vec{B}
 (d) Зависит от отношения $\frac{a}{b}$
 (e) Зависит от материала, из которого сделана рамка

12-1° Чайник (3 р) При кипячении воды уровень шума L_I , производимого чайником, возрастает, пока температура T не достигнет примерно 80°C , а затем опять снижается (см. рис.). Объясните, почему это происходит.

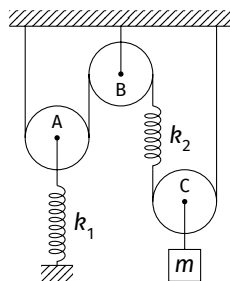


12-2° Падающая мишень (3 р) Янис стреляет из лука по мишени, которая находится на высоте H над землёй и на горизонтальном расстоянии L от Яниса. Стрелу выпускают со скоростью v с высоты h в тот момент, когда мишень начинает свободно падать. Ускорение свободного падения g .

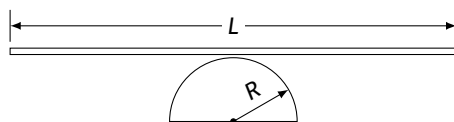
- Под каким углом нужно стрелять, чтобы попасть в цель?
- В реальности следует учитывать время реакции t . Под каким углом нужно стрелять в этом случае?

12-3° Блоки и пружины (3 р) Три блока, две пружины с коэффициентами жесткости $k_1 = 15 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ и $k_2 = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ и гири массой $m = 100 \text{ g}$ соединены нитями, как показано на рисунке. Массы блоков, нитей и пружин пренебрежимо малы, нити нерастяжимы. Система находится в равновесии.

- Чему равны удлинения пружин?
- На какую высоту поднимется блок С, если массу гири постепенно уменьшить до нуля?



12-4° Палка-качалка (4 р) Тонкий стержень длины L расположен симметрично на полуцилиндре радиусом R . Чему равен период маленьких колебаний стержня? Момент инерции стержня вокруг его центра равен $\frac{1}{12}mL^2$. Стержень не скользит, ускорение свободного падения равно g .



12-5° Источник I-U (2 р) Блок питания автоматически переключается между двумя режимами: (а) если ток во внешней цепи не превышает I_{max} , блок питания обеспечивает постоянное напряжение U_0 ; (б) если напряжение на внешней цепи не превышает U_{max} , блок питания обеспечивает постоянный ток I_0 . К блоку питания подключают резистор с сопротивлением R . Чему равна средняя мощность, которая будет выделяться на этом резисторе за долгое время, учитывая, что переключение как из режима (а) в режим (б), так и из (б) в (а) занимает одинаковое короткое время?

12-6° Слияние капель (4 р) Каков максимальный радиус, при котором две одинаковых капли ртути на стеклянной поверхности спонтанно сольются вместе, когда соприкоснуться? Плотность и поверхностное натяжение ртути равны $\rho = 13,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ и $\sigma = 0,5 \text{ J/m}^2$, ускорение свободного падения равно $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Примите, что капли сферические и что ртуть не смачивает стекло.

12-7° Пламя свечи (3 р) На расстоянии $a = 75 \text{ cm}$ от свечи помещена тонкая собирающая линза с оптической силой $D = 2 \text{ m}^{-1}$ и радиусом $r = 15 \text{ cm}$, а на расстоянии $b = 200 \text{ cm}$ за линзой — экран. Во сколько раз изменится максимальная освещённость экрана, если убрать линзу? Главная оптическая ось линзы проходит через пламя свечи перпендикулярно экрану.

12-8° Сквозь Вселенную (4 р) В этом задании допустим, что Вселенная не расширяется и что она прозрачна для излучения. Эта модель очень упрощённая, но полезна для грубых оценок. Допустим, что средняя светимость звёзд во Вселенной равна L , а количество звёзд в единице объёма n всюду одинаково. Плотность энергии излучения в каждой точке Вселенной равна e .

- Используя данные величины, оцените радиус видимой части Вселенной R .
- Объясните, почему R в этой модели должен быть конечным.

12-9° Оригами (4р) Два равномерно заряженных бесконечных листа бумаги с поверхностной плотностью заряда $+\sigma$ сложили пополам под углом 2α и расположили, как показано на Рис. 1.

- (а) Каков должен быть угол α , чтобы напряжённость электрического поля E в точке А была максимальной?

Из одного листа вырезали прямоугольник $2a \times a$ и сложили под углом в 90° , как показано на Рис. 2, образовав две смежных грани куба.

- (b) Какова напряжённость электрического поля в точке С — центре этого воображаемого куба?

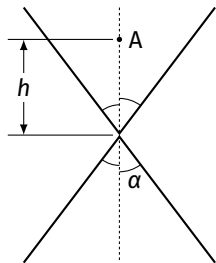


Рис. 1

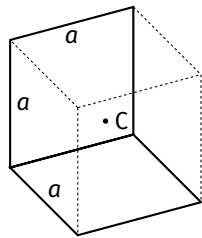


Рис. 2

12-10° Тест (3р) В каждом вопросе один ответ правильный. Поясните свой выбор. Ответы без пояснений не будут оцениваться.

- (1) Даны три резистора с сопротивлениями $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$ и $R_3 = 100 \Omega$. Каким образом их нужно соединить, чтобы общее сопротивление этой цепи было между 40Ω и 50Ω ?

- (a) R_1 и R_3 параллельно, затем соединены последовательно с R_2
 (b) R_2 и R_3 параллельно, затем соединены последовательно с R_1
 (c) R_1 и R_3 последовательно, затем соединены параллельно с R_2
 (d) R_2 и R_3 последовательно, затем соединены параллельно с R_1

- (2) Несжимаемая жидкость втекает со скоростью $5 \frac{m}{s}$ в трубу, входной диаметр которой 2 м. Если площадь сечения второго конца трубы $0,5 m^2$, какова скорость жидкости на выходе из трубы?

- (a) $1,3 \frac{m}{s}$
 (b) $12 \frac{m}{s}$
 (c) $31 \frac{m}{s}$
 (d) $40 \frac{m}{s}$

- (3) Глаз здорового человека (в определённом возрасте) может создать чёткое изображение объекта, когда тот находится не ближе, чем 25 см от глаза. Допустим, что пациент не может чётко видеть объекты, которые находятся ближе 50 см от глаза. Каким должна быть минимальная оптическая сила линзы, чтобы она помогла этому пациенту снова ясно видеть объекты на расстоянии 25 см?

- (a) -4 dpt
 (b) -2 dpt
 (c) $+2 \text{ dpt}$
 (d) $+4 \text{ dpt}$

- (4) Цилиндр наполнен газом под давлением p , объём газа равен V . Этот газ изотермически расширяется до объёма $3V$, после этого изобарически (при постоянном давлении) сжимается до начального объёма, затем изохорически (при постоянном объёме) давление увеличивается, пока не становится равным начальному давлению. Какое утверждение о работе A , проделанной газом, истинно?

- (a) $A < \frac{2}{3}pV$
 (b) $\frac{2}{3}pV < A < \frac{4}{3}pV$
 (c) $\frac{4}{3}pV < A < 2pV$
 (d) $A > 2pV$

- (5) Две металлических сферы X и Y вначале не заряжены и соприкасаются. Отрицательно заряженный стержень приближают к сфере X, не прикасаясь к ней. Если сферы после этого разъединить, какое утверждение о зарядах этих сфер истинно?

- (a) $q_X = 0$, $q_Y = 0$
 (b) $q_X > 0$, $q_Y > 0$
 (c) $q_X < 0$, $q_Y > 0$
 (d) $q_X > 0$, $q_Y < 0$

- (6) Прямоугольная рамка ($a \times b$) вращается вокруг одной из сторон в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . Индуцируется ли в рамке электродвижущая сила (ЭДС)?

- (a) ЭДС не индуцируется
 (b) ЭДС индуцируется
 (c) Зависит от направления \vec{B}
 (d) Зависит от отношения $\frac{a}{b}$
 (e) Зависит от материала, из которого сделана рамка