

1. Посудину з водою температури $t_1=0^\circ\text{C}$ внесли до великої кімнати з температурою повітря $t_0=22^\circ\text{C}$. За час $\tau_1=15$ хв температура води піднялася до $t_2=2^\circ\text{C}$. Якщо в таку саму посудину замість води покласти таку ж масу льоду при температурі $t_1=0^\circ\text{C}$, то він розтане за час $\tau_2=10$ годин. Користуючись цими даними, визначити питому теплоту плавлення льоду. Теплоємність посудини не враховувати.
2. Бабуся і дідусь у гірському селі вирішили поспізнати на вершині гори. Бабуся ви-йшла о шостій ранку, а дідусь навздогін о пів на восьму. Швидкість бабусі 2 км/год, а дідуса 3 км/год. На якій висоті над селом дідусь наздожене бабусю? Вершина знаходиться на висоті 500 м над селом, а стежка піднімається на 100 м на кожний кілометр шляху. Разом з дідусем відправився у подорож пес. Він, не зупиняючись, бігає від дідуса до бабусі і назад, вгору зі швидкістю 8 км/год, а згори зі швидкістю 12 км/год. Яку відстань набігає пес до зустрічі своїх господарів і скільки кілокалорій витратить на кожен кілограм своєї маси, долаючи силу тяжіння? $1\text{кал}=4,2\text{Дж}$.
3. Наповнений повітрям тонкостінний м'ячик, занурений у воду, спливає з постійною швидкістю V , а такий самий за розмірами суцільний гумовий м'ячик тоне зі швидкістю U . Куди і з якою швидкістю W вони рухатимуться у воді, якщо їх з'єднати ниткою? Силу опору води при русі в ній вважати пропорційною швидкостям руху, а силу Архімеда – однаковою як у спокої, так і при русі.
4. Споруджуючи будинок, господар вирішив перевірити розрекламовані засоби теплоізоляції. Зовнішні цегляні стінки А – Г мають однакову площу, але різну товщину (рис.1). На стінці В тонкий додатковий теплоізолюючий шар нанесено тільки ззовні, а на стінці Г – ззовні та зсередини. У кількох точках всередині стін закладені датчики температури. Покази датчиків $t_1=19^\circ\text{C}$, $t_2=-6^\circ\text{C}$, $t_3=19^\circ\text{C}$. Вважайте, що всередині будинку температура всюди однакова, всі температури незмінні протягом тривалого часу. 1) Порівняйте втрати тепла через стінки Б і Г. 2) У скільки разів додаткові теплоізолюючі шари зменшують теплові втрати через стінку Г за даних температурних умов? 3) Визначте температури на межах стінки Г. 4) Коли температура на вулиці піднялася до 0°C , потужність системи опалення зменшили на 45%. Які тепер температури в будинку та на зовнішній поверхні цегляної стінки Г?
5. На рис.2 показано посудину, виготовлену з тонкостінних трубок з площею поперечного перерізу $0,2\text{ см}^2$. Розміри відрізків трубок $a=20\text{ см}$, $b=60\text{ см}$ (це рівень води в посудині), $c=30\text{ см}$, $d=f=15\text{ см}$. До лівого вертикального коліна потроху наливають гас, він не змішується з водою. Густина води та гасу дорівнюють відповідно 1 і $0,8\text{ г/см}^3$. У правому вертикальному коліні посудини плавають дві маленькі кульки густиною $\rho_1=0,5\text{ г/см}^3$ і $\rho_2=0,9\text{ г/см}^3$. Побудуйте графіки залежності висот h_1 , h_2 цих кульок над дном посудини від об'єму V налитого гасу.

Задачі запропонували Р.В.Мартинюк (1), О.Ю.Орлянський (2), В.П.Собацький (3), І.М.Гельфгат (4-5).

1. Сосуд с водой температуры $t_1=0^\circ\text{C}$ внесли в большую комнату с температурой воздуха $t_0=22^\circ\text{C}$. Через время $\tau_1=15$ мин температура воды поднялась до $t_2=2^\circ\text{C}$. Если в такой же сосуд вместо воды положить такую же массу льда при температуре $t_1=0^\circ\text{C}$, то он растает за время $\tau_2=10$ часов. Используя эти данные, определить удельную теплоту плавления льда.
2. Бабушка и дедушка в горном селе решили позавтракать на вершине горы. Бабушка вышла в шесть утра, а дедушка вдогонку – в полвосьмого. Скорость бабушки 2 км/час, а дедушки – 3 км/час. На какой высоте над селом дедушка догонит бабушку? Вершина находится на высоте 500 м над селом, а тропа поднимается на 100 м на каждый километр пути. Вместе с дедушкой отправился в путь пес. Он, не останавливаясь, бежит от дедушки к бабушке и назад, вверх со скоростью 8 км/час, а сверху со скоростью 12 км/час. Какое расстояние пробежит пес до встречи своих хозяев и сколько килокалорий потратит на каждый килограмм своей массы, преодолевая силу тяжести? $1\text{кал}=4,2\text{ Дж}$
3. Наполненный воздухом тонкостенный мячик, погруженный в воду, всплывает с постоянной скоростью V , а такой же по размерам сплошной резиновый мячик тонет со скоростью U . Куда и с какой скоростью W они будут двигаться в воде, если их соединить нитью? Силу сопротивления воды при движении в ней считать пропорциональной скоростям, а силу Архимеда – одинаковой как в покое, так и при движении.
4. Строя дом, хозяин решил проверить разрекламированные способы теплоизоляции. Внешние кирпичные стены А – Г имеют одинаковую площадь, но разную толщину. На стене В тонкий дополнительный теплоизолирующий слой нанесен только снаружи, а на стене Г – снаружи и изнутри (рис.1). В нескольких точках внутри стен заложены датчики температуры. Показания датчиков $t_1=19^\circ\text{C}$, $t_2=-6^\circ\text{C}$, $t_3=19^\circ\text{C}$. Считайте, что внутри дома температура всюду одинакова, все температуры неизменны в течение длительного времени. 1) Сравните потери тепла через стены Б и Г. 2) Во сколько раз дополнительные теплоизолирующие слои уменьшают тепловые потери через стену Г при данных температурных условиях? 3) Определите температуры на границе стены Г.
- 4) Когда температура на улице поднялась до 0°C , мощность системы отопления уменьшили на 45%. Каковы теперь температуры в доме и на внешней поверхности кирпичной стены Г?
5. На рис.2 показан сосуд, изготовленный из тонкостенных трубок с площадью поперечного сечения $0,2\text{ см}^2$. Размеры отрезков трубок $a=20\text{ см}$, $b=60\text{ см}$ (это уровень воды в сосуде), $c=30\text{ см}$, $d=f=15\text{ см}$. В левое вертикальное колено понемногу наливают керосин, он не смешивается с водой. Плотности воды и керосина равны соответственно 1 и $0,8\text{ г/см}^3$. В правом вертикальном колене сосуда плавают два маленьких шарика плотностью $\rho_1=0,5\text{ г/см}^3$ и $\rho_2=0,9\text{ г/см}^3$. Постройте графики зависимости высот h_1 , h_2 этих шариков над дном сосуда от объема V налитого керосина.

Задачи предложили Р.В.Мартинюк (1), О.Ю.Орлянский (2), В.П.Собацкий (3), И.М.Гельфгат (4-5).

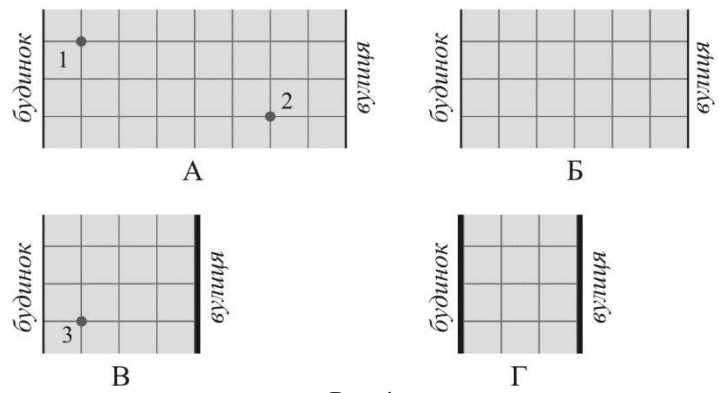


Рис.1

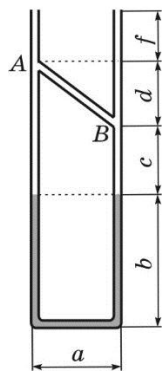


Рис. 2

1. У дротяній моделі куба опір вимірюється між вершинами, розташованими по головній діагоналі (рис. 1). 1) У скільки разів зменшиться опір куба, якщо додатково впаяти в куб всі 16 діагоналей (і звичайні, й головні)? Всі проводи вкриті ізоляцією, так що в точках, де вони перетинаються, електричного контакту немає, товщина дротів підібрана так, що опори всіх відрізків однакові. 2) У скільки разів після цього може змінитися опір кола, якщо один з провідників перегорить? Розглянути всі можливі випадки.

2. На рис. 2, а зображена конструкція, що називається «нюрнберзькі ножиці». Вона складається з легких стрижнів, які сполучені шарнірно. До нижнього вузла конструкції підвішений вантаж масою m . Система врівноважується трьома однаковими пружинами жорсткістю k , що сполучають сусідні вузли. Середня пружина лопається (рис. 2, б). Визначити результуючу силу, яка буде діяти на вантаж відразу після розриву пружини.

3. На похилій площині лежить однорідна тонка паличка з прямокутним перерізом. Паличка лежить горизонтально. Мураха прикладає силу перпендикулярно до палички та паралельно до площини схилу. 1) Знайти точку, в якій мураха повинна діяти на паличку, щоб зрушити її з мінімальною силою. 2) Знайти цю мінімальну силу. Маса палички m , коефіцієнт тертя μ , кут нахилу площини α . Сила реакції опори на похилій площині $N = mg \cos \alpha$.

4. Швидкість течії річки шириною $l = 100$ м лінійно зростає від нульового значення біля берега до максимального $u = 2$ км/год посередині річки. Швидкість човна відносно води $v = 4$ км/год, а курс він тримає перпендикулярно до берега. На яку відстань течія знесе човен під час переправи?

5. На електричній лампі розжарення зазначено «220 В, 60 Вт». Вольфрамова нитка розжарення лампи має діаметр 30 мкм. Уважайте, що питомий електричний опір вольфраму пропорційний його абсолютній температурі T , а втрати енергії нитки відбуваються тільки через випромінювання, при цьому потужність випромінювання з поверхні площею S становить $P = \sigma ST^4$, де коефіцієнт $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴). Довідкові дані щодо вольфраму: густина $19 \cdot 10^3$ кг/м³, питома теплоємність 130 Дж/(кг·К), питомий опір $\rho_0 = 5,5 \cdot 10^{-8}$ Ом·м (за температури $T_0 = 293$ К). Тепловим розширенням знехтувати, питому теплоємність уважайте незмінною; через те, що різні ділянки нитки затіняють одна одну, фактичне випромінювання відбувається тільки з половини поверхні. 1) Визначте довжину нитки розжарення та її середню температуру при живленні 220 В. 2) Оцініть середню температуру нитки розжарення та потужність лампи, коли її приєднали до джерела пульсуючої напруги (графік залежності напруги від часу наведено на рис.3). 3) Оцініть різницю між максимальною та мінімальною температурами нитки розжарення, коли лампа працює від джерела пульсуючої напруги.

Задачі запропонували Є.П.Соколов (1-2), О.Ю.Орлянський (3), Р.В.Мартинюк (4), І.М.Гельфгат (5).

1. В проволочной модели куба сопротивление измеряется между вершинами, расположенными по главной диагонали (рис. 1). 1) Во сколько раз уменьшится сопротивление куба, если дополнительно впаять в куб все 16 диагоналей (и обычные, и главные)? Все провода покрыты изоляцией, так что в точках их пересечения электрического контакта нет, толщина проводов подобрана так, что сопротивления всех отрезков одинаково. 2) Во сколько раз после этого может измениться сопротивление цепи, если один из проводников перегорит? Рассмотреть все возможные случаи.

2. На рис. 2, а изображена конструкция, которая называется «нюрнбергские ножницы». Она состоит из легких стержней, соединенных шарнирно. К нижнему узлу конструкции подвешен груз массой m . Система уравновешена тремя одинаковыми пружинами жесткостью k , соединяющими соседние узлы. Средняя пружина лопается (рис. 2, б). Определить результирующую силу, которая будет действовать на груз сразу после разрыва пружины.

3. На наклонной плоскости лежит однородная тонкая палочка с прямоугольным сечением. Палочка лежит горизонтально. Муравей прикладывает силу перпендикулярно к палочке и параллельно плоскости наклона. 1) Найти точку, в которой муравей должен толкать палочку, чтобы сдвинуть ее с помощью минимальной силы? 2) Найти эту минимальную силу. Масса палочки m , коэффициент трения μ , угол наклона плоскости α . Сила реакции опоры на наклонной плоскости $N = mg \cos \alpha$.

4. Скорость течения реки шириной $l = 100$ м линейно возрастает от нулевого значения возле берега до максимального $u = 2$ км/ч посередине реки. Скорость лодки относительно воды $v = 4$ км/ч и курс лодка удерживает перпендикулярно к берегу. На какое расстояние течение снесет лодку во время переправы?

5. На электрической лампе накаливания написано «220 В, 60 Вт». Вольфрамовая нить накала лампы имеет диаметр 30 мкм. Считайте, что удельное сопротивление вольфрама пропорционально его абсолютной температуре T , а потери энергии нити происходят только вследствие излучения, при этом мощность излучения с поверхности площадью S составляет $P = \sigma ST^4$, где коэффициент $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴). Справочные данные по вольфраму: плотность $19 \cdot 10^3$ кг/м³, удельная теплоемкость 130 Дж/(кг·К), удельное сопротивление $\rho_0 = 5,5 \cdot 10^{-8}$ Ом·м (при температуре $T_0 = 293$ К). Тепловым расширением пренебречь, удельную теплоемкость считайте неизменной; из-за того, что разные участки нити затеяют друг друга, фактическое излучение происходит только с половины поверхности. 1) Определите длину нити накала и ее среднюю температуру при питании 220 В. 2) Оцените среднюю температуру нити накала и мощность лампы, когда ее подключили к источнику пульсирующего напряжения (график зависимости напряжения от времени приведен на рис.3). 3) Оцените разность между максимальной и минимальной температурами нити накала, когда лампа работает от источника пульсирующего напряжения.

Задачи предложили Е.П.Соколов (1-2), О.Ю.Орлянський (3), Р.В.Мартинюк (4), І.М.Гельфгат (5).

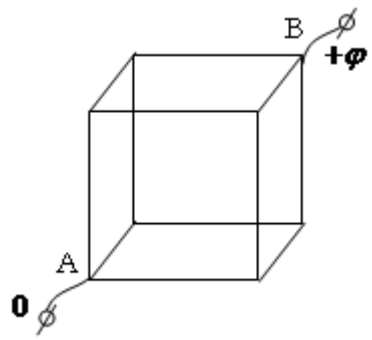


Рис.1

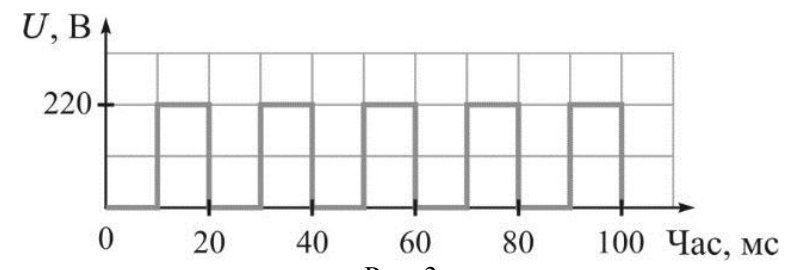


Рис. 3

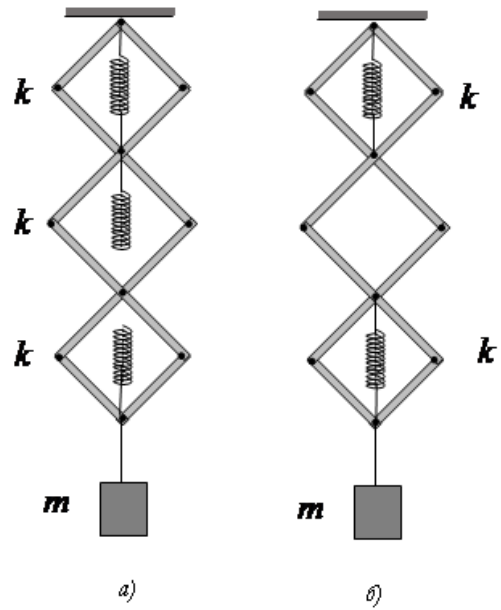


Рис. 2

1. У дротяній моделі куба (див. рис.) вимірюється опір між вершинами, розташованими на головній діагоналі. а) У скільки разів зменшиться опір куба, якщо додатково впаяти в куб всі 16 діагоналей? Всі дроти ізольовано так, що в точках дотику електричного контакту немає, площі перерізу дротів підібрані так, що опори всіх відрізків однакові. б) У скільки разів після цього зміниться опір кола, якщо один із провідників перегорить? Розглянути всі можливі випадки.

2. У будівництві використовують цеглу. Розподіл додаткового навантаження на цеглі зображено на рисунку, взятому з будівельного сайту (див. рис.). Спираючись на запропоновану будівельниками модель та вважаючи, що ґрунт складається з невеликих кубічних частинок, знайдіть, під яким кутом розходиться навантаження у ґрунті. Уявіть, що на горизонтальну поверхню такого ґрунту став триногою марсіанський корабель. Маса корабля 30 тон, відстань між опорами 3 м, 4 м і 5 м. Центр мас корабля знаходиться над точкою цього трикутника, яка однаково віддалена від його сторін. Знайдіть навантаження на кожну опору. Побудуйте залежність тиску у ґрунті від глибини під центром мас корабля. Густина ґрунту 2 г/см^3 .

3. Фізик-експериментатор намагається дослідити оптичні властивості неоднорідної пластинки, показник заломлення якої змінюється за законом $n = n_0(1+z/a)$, де $2a$ – товщина пластинки, z – координата вздовж сторони довжиною $2a$, початок відліку на осі симетрії пластинки. Довжина пластинки вздовж осі $x - L \gg a$. Експериментатор пускає промінь світла у пластинку майже паралельно осі x у точці з координатою $z = z_0$. Якою траєкторією буде рухатись світло? Визначте середню швидкість світла в пластинці, якщо час проходження світла через пластинку дорівнює t . На якій відстані від площини симетрії світло вийде з пластинки?

4. Протиракета, яка запущена на перехоплення іншої ракети розривається у деякий момент часу на велику кількість уламків, що розлітаються рівномірно відносно центра мас по всіх напрямках зі швидкістю U . В цей момент швидкість протиракети дорівнює V і направлена на ракету, що перехоплюється. Ракета рухається перпендикулярно до напрямку V зі швидкістю W . Знайдіть можливі значення W , при яких ракета буде уражена за умови, що $U < V$.

5. На рис. *a* зображена конструкція, що називається «нюрнберзькі ножиці». Вона складається зі стрижнів, сполучених шарнірно. До нижнього вузла конструкції підвішений тягарець масою m . Від «втягування» конструкцію утримують три однакові пружини жорсткості k , що сполучають сусідні вузли (вважайте, що маси пружин і стрижнів набагато менші за масу тягарця). Через деякий час середня пружина розривається (рис. *б*). Знайдіть амплітуду і період коливань, що виникають після цього.

Задачі запропонували Є.П.Соколов (1,5), О.Ю.Орлянський (2), С.А.Кригін (3), В.П.Сохацький (4).

1. В проволочной модели куба (см. рис.) измеряется сопротивление между вершинами, размещенными на главной диагонали. а) Во сколько раз изменилось сопротивление куба, если дополнительно впаять в куб все 16 диагоналей? Все проволочки изолированы так, что в точках соприкосновения электрического контакта нет, площади поперечного сечения проволочек подобраны так, что сопротивления всех отрезков одинаковы. б) Во сколько раз после этого изменится сопротивление цепи, если один из проводников перегорит? Рассмотреть все возможные случаи.

2. В строительстве используют кирпич. Распределение дополнительной нагрузки на кирпиче изображено на рисунке, взятом со строительного сайта (см. рис.). Основываясь на предложенной строителями модели и считая, что ґрунт состоит из небольших кубических частиц, найдите, под каким углом расходится нагрузка в ґрунте. Представьте, что на горизонтальную поверхность такого ґрунта стал треногой марсианский корабль. Масса корабля 30 тонн, расстояние между опорами 3 м, 4 м и 5 м. Центр масс корабля находится над точкой этого треугольника, равноудаленной от его сторон. Найдите нагрузку на каждую опору. Постройте зависимость давления в ґрунте от глубины под центром масс корабля. Плотность ґрунта 2 г/см^3 .

3. Физик-экспериментатор хочет исследовать оптические свойства неоднородной пластинки, показатель преломления которой меняется по закону $n = n_0(1+z/a)$, где $2a$ – толщина пластинки, z – координата вдоль стороны длиной $2a$, начало отсчета на оси симметрии пластинки. Длина пластинки вдоль осей $x - L \gg a$. Экспериментатор пускает в пластинку луч почти параллельно осей x в точке с координатой $z = z_0$. По какой траектории будет двигаться свет? Определите среднюю скорость света в пластинке, если время прохождения света через пластинку равно t . На каком расстоянии от плоскости симметрии свет покинет пластинку?

4. Противоракета, которая запущена на перехват другой ракеты разрывается в некоторый момент времени на большое количество обломков, которые разлетаются равномерно относительно центра масс по всем направлениям со скоростью U . В этот момент скорость противоракеты равна V и направлена на ракету, которая перехватывается. Ракета движется перпендикулярно к направлению V со скоростью W . Найдите возможные значения W , при которых ракета будет поражена при условии, что $U < V$.

5. На рис. *a* изображена конструкция, которая называется «нюрнберзькие ножницы». Она состоит из стержней, соединенных шарнирно. К нижнему узлу конструкции подвешен грузик массой m . От «вытягивания» конструкцию удерживают три одинаковые пружины жесткости k , соединяющие соседние узлы (считайте, что массы пружин и стержней намного меньше массы грузика). Через некоторое время средняя пружина разрывается (рис. *б*). Найдите амплитуду и период возникших после этого колебаний.

Задачи предложили: Е.П.Соколов (1,5), О.Ю.Орлянський (2), С.А.Крыгин (3), В.П.Сохацкий (4).

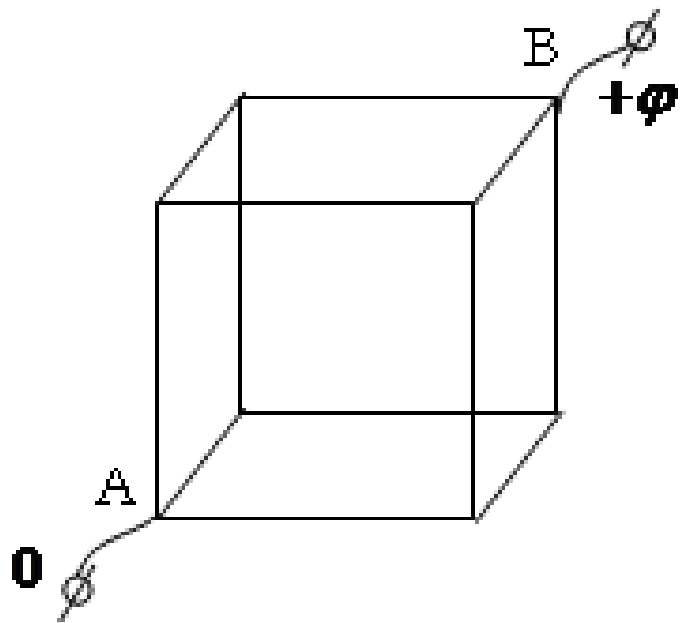


Рисунок до задачі №1

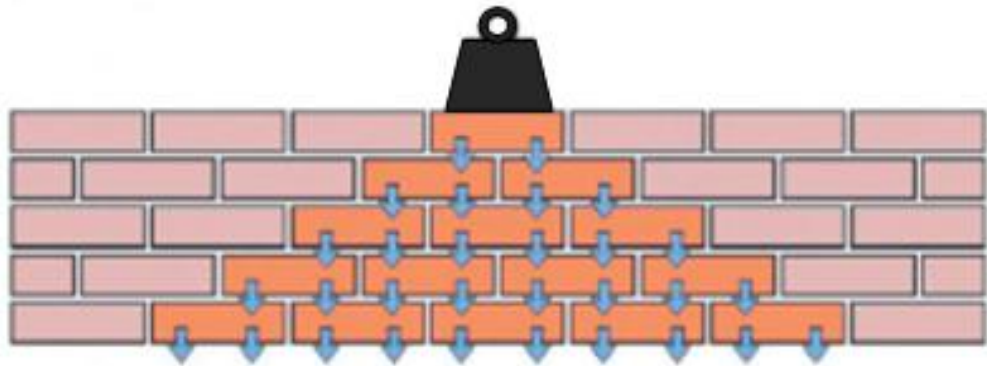


Рисунок до задачі №2

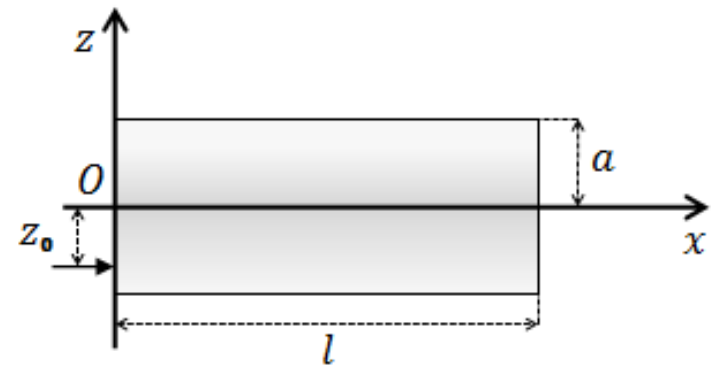


Рисунок до задачі №3

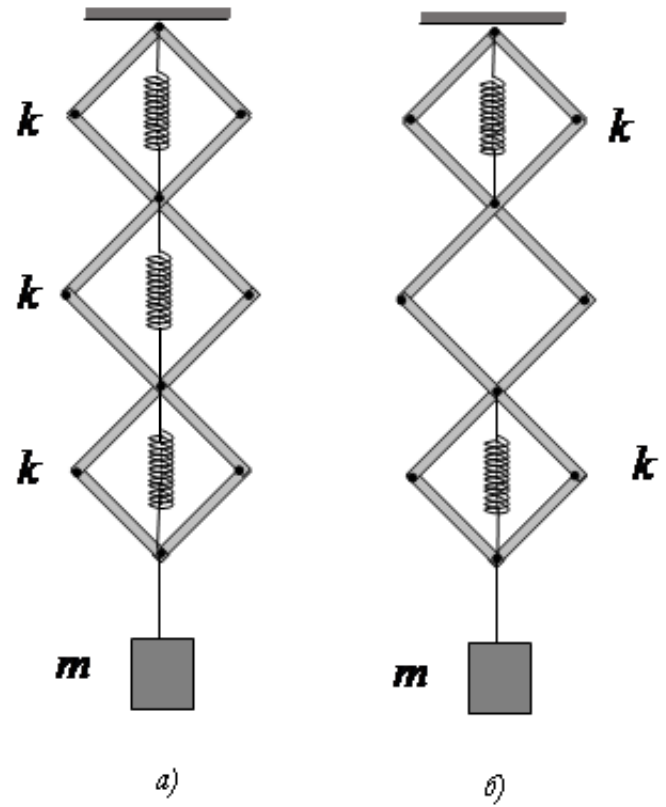


Рисунок до задачі №5

1. Два однакових осердя виготовлені з матеріалу, який має велику магнітну проникність. Первинна обмотка має N витків, частина яких охоплює тільки одне осердя, а решта – обидва осердя (рис.1). Коло цієї обмотки містить активний опір R і живиться від джерела змінної напруги з амплітудою U_m . Коли ключ K (див. окремий виток на рис.1) розімкнутий, амплітуда струму в колі складає I_1 , а коли замкнений – I_2 . Знайдіть кількість витків N_1 , що охоплюють обидва осердя. Знайдіть амплітуду напруги на вторинній обмотці з N_2 витками у двох випадках: коли ключ K розімкнений та коли він замкнений. У розв'язку не враховувати магнітні втрати та знехтувати активним опором усіх дротів.
2. Для маневрування космічної станції "Lunar Orbital Platform-Gateway", яку планується збудувати у навколосіячному просторі у 20-х роках, на цій станції буде розміщено іонні ракетні двигуни, які забезпечуватимуть силу тяги 1.77 Н. Робочим тілом у цих двигунах буде ксенон (маса атома складає приблизно $2.2 \cdot 10^{-25}$ кг), однозарядні іони якого прискорюватимуться напругою у 140 В. Оцініть час, через який іони перестануть виходити з двигуна за рахунок зарядження станції, якщо вважати, що заходів для її електричної нейтралізації не застосовуватиметься. Для оцінок вважати, що характерний розмір станції складає 10 м. Елементарний заряд $1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл, електрична стала $8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.
3. Два точкових спостерігача прискорено рухаються у деякій інерційній системі відліку K вздовж прямої ОХ. Перший спостерігач, у супутній йому інерційній системі відліку K_1 , має прискорення a_1 , а другий – прискорення a_2 у системі відліку K_2 , що є супутньою для другого спостерігача. У момент часу $t=0$ спостерігачі у системі відліку K мають нульову швидкість та знаходяться у точках $x_1(0)=c^2/a_1$ та $x_2(0)=c^2/a_2$ відповідно, де c – швидкість світла. Яке прискорення, в залежності від власних швидкостей, мають спостерігачі відносно K ? Знайдіть як координати $x_1(t)$ та $x_2(t)$ залежать від часу в системі відліку K . Нехай $a_1 > a_2$. Перший спостерігач відправляє промінь світла в бік другого. Як тільки другий спостерігач приймає промінь, він миттєво відправляє його в бік першого. Перший спостерігач за власним годинником визначає час τ , що пройшов між моментами випромінювання та реєстрацією ним світла. Надалі перший спостерігач визначає відстань L до другого як $L=c\tau/2$. Яку відстань виміряє перший спостерігач?
4. Для заселення планети радіусом R_0 , що містить у надрах гамма-радіоактивний ізотоп, її поверхню вкрили еластичною та непроникною для радіації оболонкою, коефіцієнт поверхневого натягу якої σ . Через деякий час t_0 після цього жителі встановили, що оболонка відстала від твердої поверхні і роздувається під дією тиску p випромінювання зсередини, який пов'язаний з густиною енергії випромінювання ϵ формулою $p=\epsilon/3$. Вважаючи, що надра планети є прозорими для гамма-променів, знайдіть 1) час t_0 , якщо відомі маса планети M_0 , масова частка радіоактивного ізотопу η , його масове число A , енергія E_0 , що виділяється під час одного розпаду у вигляді гамма-променів; 2) залежність радіусу від часу та час до розриву оболонки, якщо вона руйнується при зростанні її площі поверхні вдвічі. В подальшому вважайте t_0 відомим і набагато меншим за період піврозпаду ізотопу. Одразу після початку роздування оболонки в момент часу t_0 почалася термінова евакуація жителів з планети. Один з жителів опинився в точці планети, діаметрально протилежній до космодрому. В його розпорядженні є мотоцикл, електродвигун якого забезпечує рух з постійною швидкістю v . 3) За якого значення v він встигне дістатися космодрому до руйнування оболонки? 4) Наскільки відстане за час руху годинник мотоцикліста, побудований за принципом математичного маятника? 5) Вкажіть 5 ознак, за якими жителі планети можуть виявити розширення оболонки?
5. Політ літака здійснюється невисоко над землею за нормальних умов. Палива в кількості 12000 кг вистачає на 3 год. 20 хв. роботи двигуна, сила тяги якого 170 кН. 1. Визначте швидкість витoku газів з сопел двигуна в режимі польоту зі сталою швидкістю 900 км/год, якщо площа повітрязабірників (вхідних отворів реактивних двигунів для засмоктування повітря) складає $S=1\text{м}^2$. 2. Як змінюється розхід палива в такому режимі польоту?

Задачі запропонували І.Л.Рубцова (1), О.І.Кельник (2), С.О.Крыгин (3), С.І.Вильчинський, О.О.Соболь (4), В.П.Сохацький (5).

1. Два одинаковых сердечника изготовлены из материала, который имеет большую магнитную проницаемость. Первичная обмотка имеет N витков, часть которых охватывает только один сердечник, а остальные – оба сердечника (рис.1). Цепь этой обмотки содержит активное сопротивление R и питается от источника переменного напряжения с амплитудой U_m . Когда ключ K (см. отдельный виток на рис.1) разомкнут, амплитуда тока в цепи составляет I_1 , а когда замкнут – I_2 . Найдите количество витков N_1 , охватывающих оба сердечника. Найдите амплитуду напряжения на вторичной обмотке с N_2 витками в двух случаях: когда ключ K разомкнут и когда он замкнут. При решении не учитывать магнитные потери и пренебречь активным сопротивлением всех проводов.
2. Для маневрирования космической станции "Lunar Orbital Platform-Gateway", которую планируется построить в окололунном пространстве в 20-х годах, на этой станции будут размещены ионные ракетные двигатели, который обеспечат силу тяги 1.77 Н. Рабочим телом в этих двигателях будет ксенон (масса атома составляет примерно $2.2 \cdot 10^{-25}$ кг), однозарядные ионы которого будут ускоряться напряжением 140 В. Оцените время, через которое ионы перестанут выходить из двигателя за счёт зарядки станции, если считать, что меры для её электрической нейтрализации не будут предприниматься. Для оценок полагают, что характерный размер станции составляет 10 м. Элементарный заряд $1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл, электрическая постоянная $8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.
3. Два точечных наблюдателя движутся ускоренно в некоторой инерциальной системе отсчета K вдоль прямой ОХ. Первый наблюдатель, в сопутствующей ему инерциальной системе отсчета K_1 , имеет ускорение a_1 , второй в системе K_2 , сопутствующей второму – ускорение a_2 . В момент времени $t=0$ наблюдатели имеют нулевую скорость и стартуют из точек $x_1(0)=c^2/a_1$ и $x_2(0)=c^2/a_2$ соответственно, где c – скорость света. Какое ускорение в зависимости от скорости имеют наблюдатели в системе отсчета K ? Найдите координаты наблюдателей $x_1(t)$ и $x_2(t)$ от времени в системе отсчета K . Пусть $a_1 > a_2$. Первый наблюдатель пускает луч света в сторону второго. Как только второй наблюдатель принимает луч света, он мгновенно отправляет луч в сторону первого. Первый наблюдатель по собственным часам замеряет время τ , прошедшее между отправкой и получением им луча света. Далее, первый наблюдатель определяет для себя расстояние L до второго, как $L=c\tau/2$. Какое расстояние измерит первый наблюдатель?
4. Для заселения планеты радиуса R_0 , содержащей в недрах гамма-радиоактивный изотоп, ее поверхность покрыли эластичной и непроницаемой для радиации оболочкой, коэффициент поверхностного натяжения которой σ . Через некоторое время t_0 после этого жители установили, что оболочка отстала от твердой поверхности и раздувается под действием давления p излучения изнутри, которое связано с плотностью энергии излучения ϵ формулой $p=\epsilon/3$. Считая, что недра планеты прозрачны для гамма-лучей, найдите 1) время t_0 , если известны масса планеты M_0 , массовая доля радиоактивного изотопа η , его массовое число A , энергия E_0 , выделяющаяся во время одного распада в виде гамма-лучей; 2) зависимость радиуса от времени и время существования оболочки, если она разрушается при увеличении ее площади поверхности вдвое. В дальнейшем считайте t_0 известным и гораздо меньшим периода полураспада изотопа. Сразу после начала раздувания оболочки в момент времени t_0 началась эвакуация жителей с планеты. Один из жителей оказался в точке планеты, диаметрально противоположной к космодрому. В его распоряжении есть мотоцикл, электродвигатель которого обеспечивает движение с постоянной скоростью v . 3) При каком значении v он успеет прибыть на космодром до разрушения оболочки? 4) 4) Насколько отстанут за время движения часы мотоциклиста, построенные по принципу математического маятника? 5) Укажите 5 признаков, по которым жители планеты могут обнаружить расширение оболочки.
5. Полет самолёта происходит невисоко над землей при нормальных условиях. Топлива в количестве 12000 кг хватает на 3 час. 20 мин. работы двигателя, сила тяги которого 170 кН. 1. Определите скорость вытекания газов из сопел двигателя в режиме полёта с постоянной скоростью 900 км/час, если площадь воздухозаборников (входных отверстий реактивных двигателей для всасывания воздуха) составляет $S=1\text{м}^2$. 2. Как меняется расход топлива в таком режиме полёта?

Задачи предложили І.Л.Рубцова (1), А.І.Кельник (2), С.А.Крыгин (3), С.І.Вильчинский, А.А.Соболь (4), В.П.Сохацький (5).

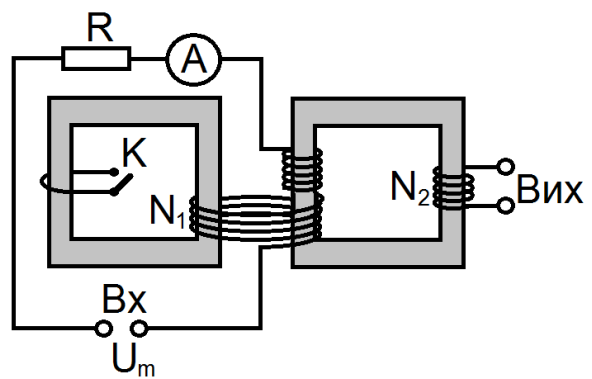


Рис.1