

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 дріотів.
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 непроникнутою 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 витоку газів з сопел двигуна в режимі польоту зі сталою швидкістю 900 км/год, якщо площа повітрозбірників (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.Кригін (3), С.Й.Вільчинський, 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 измеряет 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 невысоко 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.Крыгін (3), С.І.Вільчинський, А.А.Соболь (4), В.П.Сохацький (5).

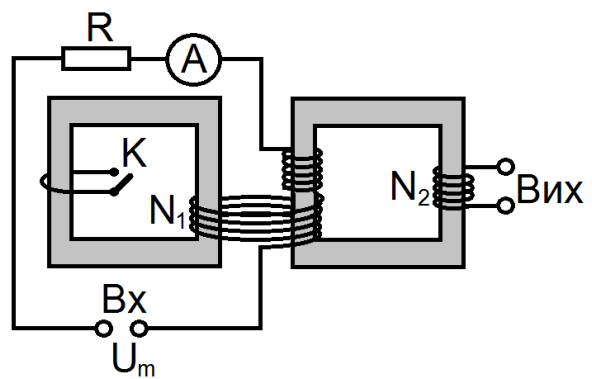


Рис.1