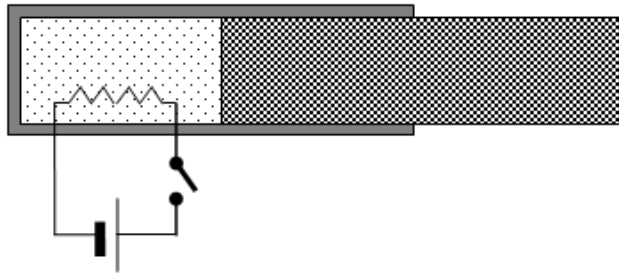


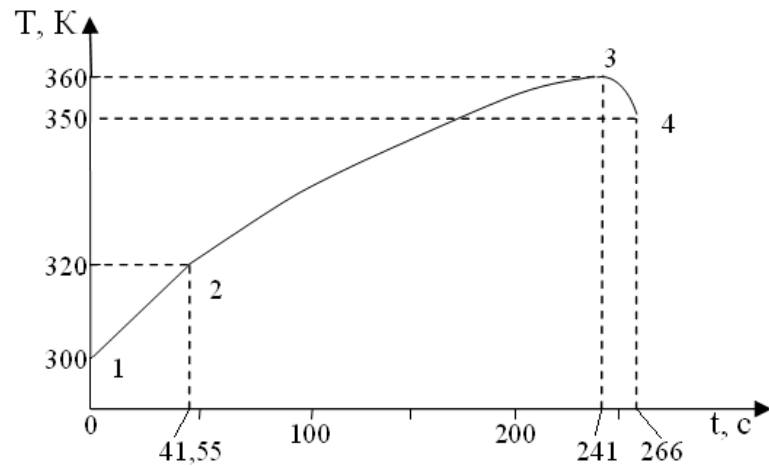
1. Один моль двоатомного ідеального газу (5 ступенів вільності) знаходиться в циліндричній посудині під легким поршнем (мал.1). В початковому стані газ мав температуру 300К і займав половину об'єму посудини. На мал.2 подана залежність температури газу від часу після увімкнення нагрівача потужністю 10 Вт (ділянка 1-2 лінійна). Знайти рівняння газових процесів на ділянках 1-2 та 2-3-4. Як змінюється теплоємність газу при збільшенні його об'єму? Система теплоізолювана, теплоємності поршня і стінок посудини значно менші за величиною від теплоємності газу. Зовнішній тиск p_A дорівнює атмосферному.
2. Контур, складений із сполучених послідовно котушки індуктивністю L та конденсатора ємністю C , підключених до джерела ЕРС. В моменти часу, коли напруга на конденсаторі досягає максимального значення, полярність джерела змінюється на протилежну. Якою буде максимальна напруга на конденсаторі після n таких перемикачів? Якою буде максимальна напруга на конденсаторі за наявності енергетичних втрат у контурі? Опір втрат r вважати значно меншим від характеристичного опору $\rho = (L/C)^{1/2}$. Через яке число перемикачів буде досягнута максимальна амплітуда напруги на конденсаторі?
3. Хвиля довільної природи поширюється від джерела 1 (мал.3). Кільцевий інтерферометр являє собою диск радіуса R , який обертається з кутовою швидкістю Ω навколо осі, яка проходить через його центр перпендикулярно до площини диска. Кількість розташованих вздовж кола дзеркал 3 прямує до нескінченності. На диску також розміщено напівпрозору пластинку 2 та приймач хвиль 4. Напівпрозора пластинка розділяє хвилю, яку випромінює джерело, на дві – одна хвиля поширюється по колу радіуса R в напрямку обертання диска, а друга - в протилежному. Швидкість хвилі відносно нерухомого диска V_f , а частота – ω . Нехтуючи зміною геометричних розмірів інтерферометра та поперечним зсувом зустрічних хвиль внаслідок проявів неінерціальних властивостей системи відліку, знайти різницю Δt часу проходження кільця кожною з зустрічних хвиль. Порівняйте цю різницю в випадку електромагнітних та акустичних хвиль. Чи залежить ця різниця від того, якою речовиною заповнений інтерферометр? Врахувавши, що приймач та джерело хвиль розташовані на відстані R від центра обертання, знайдіть різницю фаз зустрічних хвиль, які утворюють інтерференційну картину на приймачі.
4. Відомо, що під час зйомки зі спалахом або потужним підсвітлюванням від маленьких пилинок або краплин, наявних у повітрі, на знімку помітні круги (мал.4). Поясніть фізику цього явища. Припустивши, що за це явище відповідають саме краплинки, визначте відстань від об'єктиву камери до двох із них: тієї, що дає найбільше зображення (у центрі), і дещо меншої на фоні плеча людини. Радіус об'єктиву R можна оцінити в 1 см, відстань від об'єктиву до людини d в 3 м. Інші дані визначте, використовуючи фотографію. Уявіть собі, що у Вас є фотознімок, на однорідному фоні якого видно багато кругів різних розмірів та яскравості. Ви знайшли два однаково світлі круги, які мають різні радіуси r_1' і r_2' . Вважаючи, що пилинки однакові, запропонуйте додаткове співвідношення для визначення характеристик фотоапарату. Об'єктив фотоапарату вважати тонкою лінзою.
5. Дана система блоків (мал.5). Через блоки перекинута тонка невагома нерозтяжна нитка. Всі $2n-1$ (n – натуральне число) блоків мають однакові маси M і радіуси r . Блоки можуть обертатися навколо своїх осей без тертя. Нитка не ковзає по блоках. Коефіцієнт пружності пружини k . Визначити період малих вертикальних коливань тягарця масою m після виведення його з положення рівноваги. Момент інерції кожного блоку вважати рівним $Mg^2/2$.

Задачі запропонували Б.В.Беляєв та С.В.Кара-Мурза (1-2), С.Й.Вільчинський (3), О.Ю.Орлянський (4), С.У.Гончаренко (5).

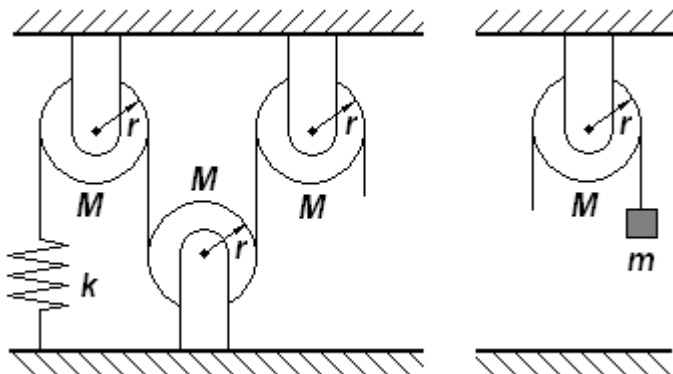
1. Один моль двухатомного идеального газа (5 степеней свободы) находится в цилиндрическом сосуде под легким поршнем (рис.1). В начальном состоянии газ имел температуру 300К и занимал половину объема сосуда. На рис.2 представлена зависимость температуры газа от времени после включения нагревателя мощностью 10 Вт (участок 1-2 линейный). Найти уравнения газовых процессов на участках 1-2 и 2-3-4. Как меняется теплоемкость газа при увеличении его объема? Система теплоизолирована, теплоемкости поршня и стенок сосуда значительно уступают по величине теплоемкости газа. Внешнее давление p_A равно атмосферному.
 2. Контур состоит из соединенных последовательно катушки индуктивностью L и конденсатора емкостью C , подключенных к источнику ЭДС. В моменты времени, когда напряжение на конденсаторе достигает максимального значения, полярность источника меняется на противоположную. Каким будет максимальное напряжение на конденсаторе после n таких переключений? Каким будет максимальное напряжение на конденсаторе при наличии энергетических потерь в контуре? Сопротивление потерь r считать много меньшим характеристического сопротивления $\rho = (L/C)^{1/2}$. Через какое число переключений будет достигнута максимальная амплитуда напряжения на конденсаторе?
 3. Волна произвольной природы распространяется от источника 1 (рис.3). Кольцевой интерферометр представляет собой диск радиуса R , который вращается с угловой скоростью Ω вокруг оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости диска. Количество расположенных по кругу зеркал 3 стремится к бесконечности. На диске также размещена полупрозрачная пластинка 2 и приемник волн 4. Полупрозрачная пластинка разделяет волну, излучаемую источником, на две, – одна волна распространяется по окружности радиуса R в направлении вращения диска, а вторая - в противоположном. Скорость волны относительно неподвижного диска V_f , а частота – ω . Пренебрегая изменением геометрических размеров интерферометра и поперечным смещением встречных волн вследствие проявлений неинерциальных свойств системы отсчета, найти разность Δt времени прохождения кольца каждой из встречных волн. Сравните эту разность в случае электромагнитных и акустических волн. Зависит ли эта разность от того, каким веществом заполнен интерферометр? Учитывая что приемник и источник волн расположены на расстоянии R от центра вращения, найдите разность фаз встречных волн, которые образуют интерференционную картину на приемнике.
 4. Известно, что во время съемки со вспышкой или мощной подсветкой от маленьких пылинок или капелек, имеющих в воздухе, на снимке заметны круги (рис.4). Объясните физику этого явления. Допустив, что за это явление ответственны именно капельки, определите расстояние от объектива камеры до двух из них: той, которая дает наибольшее изображение (в центре), и несколько меньшей на фоне плеча человека. Радиус объектива R можно оценить в 1 см, расстояние от объектива до человека d в 3 м. Другие данные определите, используя фотографию. Представьте себе, что у Вас есть фотоснимок, на однородном фоне которого наблюдается много кругов разного размера и яркости. Вы нашли два одинаково светлых круга, имеющие разные радиусы r_1' и r_2' . Считая пылинки одинаковыми, предложите дополнительное соотношение для определения характеристик фотоаппарата. Объектив фотоаппарата считать тонкой линзой.
 5. Дана система блоков (рис.5). Через блоки перекинута тонкая невесомая нерастяжимая нить. Все $2n-1$ (n – натуральное число) блоков имеют одинаковые массы M и радиусы r . Блоки могут вращаться вокруг своих осей без трения. Нить не скользит по блокам. Коэффициент упругости пружины k . Определить период малых вертикальных колебаний грузика массой m после выведения его из положения равновесия. Момент инерции каждого блока считать равным $Mg^2/2$.
- Задачи предложили Б.В.Беляев и С.В.Кара-Мурза (1-2), С.Й.Вильчинский (3), О.Ю.Орлянский (4), С.У.Гончаренко (5).



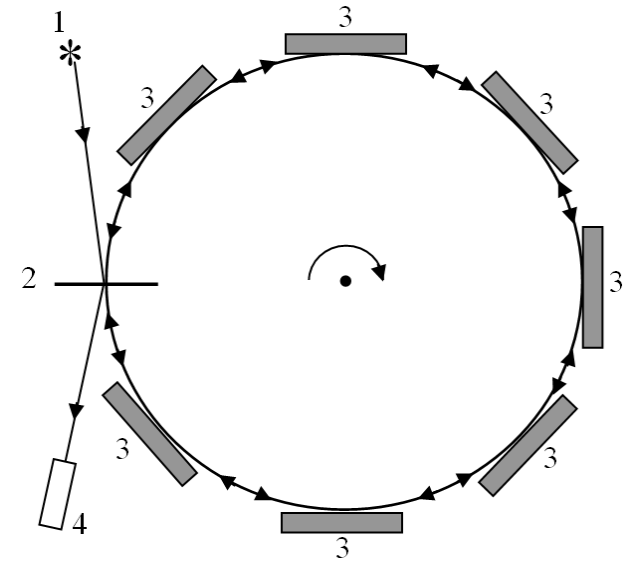
Мал. 1.



Мал. 2.



Мал. 5.



Мал. 3. Кільцевий інтерферометр: 1- джерело випромінювання, 2- світлоподільна пластинка (напівпрозоре дзеркало), 3 – дзеркала, 4 – фотоприймач. Стрілки показують напрямки обертання інтерферометра.

Рис.3. Кольцевой интерферометр: 1 – источник излучения; 2 – светоделительная пластинка (полупрозрачное зеркало); 3 – зеркала; 4 – фотоприемник. Стрелки показывают направление вращения интерферометра.



Мал.4