

1. Зображення точкового джерела світла одержано в точці А (рис. 1) за допомогою тонкої лінзи. Якщо замінити цю лінзу іншою і розташувати її у тому самому місці, можна отримати зображення цього джерела в точці В. Якщо після цього першу лінзу поставити впритул до другої, то зображення переміститься в точку С. Визначте побудовою положення джерела світла.

2. Магнітне поле, лінії якого паралельні і горизонтальні, обмежене згори горизонтальною площиною. З цієї площини відпускають маленьку заряджену кульку. Виявилось, що вона рухається вздовж кола радіуса R . Знайдіть залежність магнітної індукції B від координати y (позначення див. на рис. 2). Якими будуть максимальна швидкість і прискорення двох таких кульок, з'єднаних легкою нерозтяжною ниткою, якщо їх одночасно відпустити з висоти $h=6R$ над горизонтальною площиною? Вважати, що залежність $B(y)$ не змінюється для всіх точок магнітного поля. Опором повітря та розмірами кульок знехтувати.

3. З мосту над річкою горизонтально кидають кульку у напрямку проти течії. Початкова висота кульки над рівнем води 5 м, початкова швидкість 10 м/с. Побудуйте графік залежності модуля швидкості кульки від кута α між цією швидкістю та горизонтом. Знайдіть модуль швидкості кульки, коли швидкість направлено вертикально. Опором *повітря* знехтуйте. Вважайте, що швидкість річки усюди однакова і дорівнює 2 м/с. Густина матеріалу кульки дорівнює густині води, $g = 10 \text{ м/с}^2$.

4. Численні дані свідчать, що Всесвіт починаючи з моменту його виникнення (Великий вибух) і по сьогодні розширюється. До відкриття темної енергії вважалося, що майбутня еволюція Всесвіту визначається сучасним значенням середньої густини матерії Всесвіту, в залежності від якого Всесвіт може або розширюватись вічно, або розширення колись припиниться, або ж воно колись зміниться стисненням. 1. Вважаючи, що: (а) Всесвіт наближено можна розглядати як сферу змінного з часом t радіуса R , де $R \sim t^n$ ($0 < n < 1$), всередині і на поверхні якої знаходяться галактики; (б) швидкість кожної галактики наближено визначається законом Хаббла $V=HR$, де H – параметр Хаббла, сучасне значення якого дорівнює 15 км/с на 1 млн. світлових років (1 світловий рік – відстань, яку фотон проходить за 1 земний рік) на базі законів Ньютона знайти, при якому сучасному значенні середньої густини матерії ρ Всесвіту його радіус (1.1) залишиться сталим; (1.2) збільшуватиметься з часом; (1.3) зменшуватиметься з часом. 2. Вважаючи, що (а) сучасне значення середньої густини матерії збігається з так званим критичним значенням, при якому радіус Всесвіту не змінюється; (б) в одному грамі матерії міститься $6,02 \cdot 10^{23}$ ядерних частинок; знайти, скільки ядерних частинок в середньому утримується в даний момент в 1 см^3 Всесвіту. 3. Вважаючи, що параметр Хаббла зв'язаний з радіусом R співвідношенням $H=(1/R)(dR/dt)$, знайти (3.1) сучасний вік Всесвіту, вважаючи $n=2/3$; (3.2) вік Всесвіту, коли густина його маси дорівнювала $3 \cdot 10^9 \text{ г/см}^3$.

5. У вертикально розміщеній, відкритій з одного кінця в атмосферу трубці легенький теплонепроникний поршень відділяє водень від рідини, налитой поверх поршня (рис. 3). Водень повільно нагрівають, і поршень повільно переміщується. До моменту, коли поршень перемістився настільки, що вся рідина з трубки вилася, водень одержав кількість теплоти $Q=100 \text{ Дж}$. Визначити об'єм водню в початковому стані, якщо відомо, що він удвічі більший, ніж об'єм рідини, який, у свою чергу, дорівнює об'єму атмосферного повітря в трубці. Атмосферний тиск $P_0=10^5 \text{ Па}$. Додатковий тиск, створений стовпом рідини, спочатку налитой в трубку, дорівнює $P_0/9$. Тертям поршня об трубку знехтувати.

Задачі запропонували С.У.Гончаренко (1,5), О.Ю.Орлянський (2-3), С.Й.Вільчинський (4).

1. Изображение точечного источника света получено в точке А (рис. 1) с помощью тонкой линзы. Заменив эту линзу другой, но разместив ее на том же месте, получили изображение в точке В. После этого первую линзу вплотную придвинули ко второй, и изображение переместилось в точку С. Определить построением положение источника света.

2. Магнитное поле, линии которого параллельны и горизонтальны, ограничено сверху горизонтальной плоскостью. С этой плоскости отпускают маленький заряженный шарик. Оказалось, что он движется по окружности радиуса R . Найдите зависимость магнитной индукции B от координаты y (обозначения см. на рис. 2). Какими будут максимальная скорость и ускорение двух таких шариков, соединенных легкой нерастяжимой ниткой, если их одновременно отпустить с высоты $h=6R$ над горизонтальной плоскостью? Считать, что зависимость $B(y)$ неизменна во всех точках магнитного. Сопротивлением воздуха и размерами шариков пренебречь.

3. С моста над речкой горизонтально бросают шарик в направлении против течения. Начальная высота шарика над уровнем воды 5 м, начальная скорость 10 м/с. Постройте график зависимости модуля скорости шарика от угла α между этой скоростью и горизонтом. Найдите скорость шарика, когда скорость направлена вертикально. Сопротивлением *воздуха* пренебрегите. Считайте, что скорость речки всюду одинакова и равна 2 м/с. Плотность материала шарика равна плотности воды, $g = 10 \text{ м/с}^2$.

4. Многочисленные данные свидетельствуют, что Вселенная начиная с момента ее возникновения (Большой взрыв) и по сегодня расширяться. До открытия темной энергии считалось, что будущая эволюция Вселенной определяется современным значением средней плотности материи Вселенной, в зависимости от которого Вселенная может либо расширяться вечно, либо расширение когда-нибудь прекратится, либо же оно когда-нибудь сменится сжатием. 1. Считая, что: (а) Вселенную приближенно можно рассматривать как сферу переменного со временем t радиуса R , где $R \sim t^n$ ($0 < n < 1$), внутри и на поверхности которой находятся галактики; (б) скорость каждой галактики приближенно определяется законом Хаббла $V=HR$, где H – параметр Хаббла, современное значение которого равно 15 км/с на 1 млн. световых лет (1 световой год – расстояние, которое фотон проходит за 1 земной год) на базе законов Ньютона найти, при каком современном значении средней плотности материи ρ Вселенной ее радиус (1.1) останется постоянным; (1.2) будет увеличиваться со временем; (1.3) будет уменьшаться со временем. 2. Считая, что (а) современное значение средней плотности материи совпадает с так называемым критическим значением, при котором радиус Вселенной не изменяется; (б) в одном грамме материи содержится $6,02 \cdot 10^{23}$ ядерных частиц; найти, сколько ядерных частиц в среднем содержится в данный момент в 1 см^3 Вселенной. 3. Считая, что параметр Хаббла связан с радиусом R соотношением $H=(1/R)(dR/dt)$, найти (3.1) современный возраст Вселенной, считая $n=2/3$; (3.2) возраст Вселенной, когда плотность ее массы равнялась $3 \cdot 10^9 \text{ г/см}^3$.

5. В вертикально расположенной, открытой с одного конца в атмосферу трубке легкий теплонепроницаемый поршень отделяет водород от жидкости, налитой поверх поршня (рис. 3). Водород медленно нагревают, и поршень медленно перемещается. К моменту, когда поршень переместился настолько, что вся жидкость из трубки вылилась, водород получил количество теплоты $Q=100 \text{ Дж}$. Определить объем водорода в начальном состоянии, если известно, что он вдвое больше, чем объем жидкости, который, в свою очередь, равен объему атмосферного воздуха в трубке. Атмосферное давление $P_0=10^5 \text{ Па}$. Дополнительное давление, созданное столбом жидкости, первоначально налитой в трубку, равно $P_0/9$. Трением поршня о трубку пренебречь.

Задачи предложили С.У.Гончаренко (1,5), О.Ю.Орлянський (2-3), С.И.Вильчинский (4).

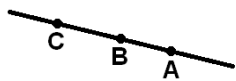


Рис. 1

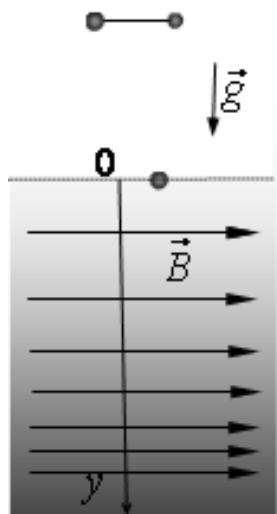


Рис. 2



Рис. 3