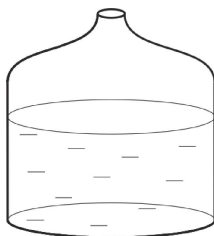
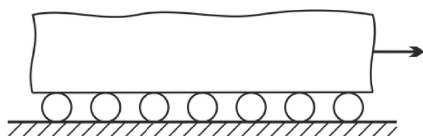


Задание 1. (5 – 7 кл.) В бутылку с овальным дном налит 1 л воды, при этом вода явно занимает больше половины ее объема. Как, имея лишь линейку, определить полную вместимость бутылки?



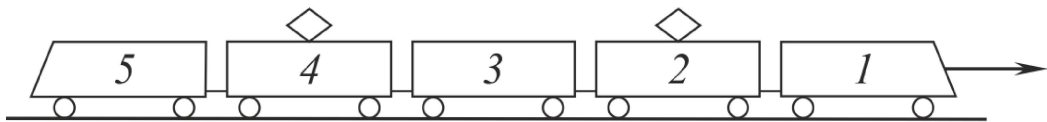
Задание 2. (5 – 7 кл.) Древнее сооружение Стоунхендж в Англии сложено из каменных блоков, самые большие из которых имеют высоту 9 метров и весят около 25 тонн. Считается, что их приволокли с расстояния 30 километров, подкладывая под них бревна. Если расстояние между двумя соседними бревнами было около метра, то сколько раз приходилось переносить выкатившееся сзади бревно вперед за все время путешествия каменного блока?



Задание 3. (5 – 8 кл.) Если взять лист стекла, которое с одной стороны матовое, а с другой – гладкое, и положить на страницу книги матовой стороной вниз, то текст книги прекрасно читается. Однако если стекло положить матовой стороной вверх, то ничего прочесть невозможно – очертания букв расплываются. Почему?

Матовым называют стекло, поверхность которого покрыта мельчайшими неровностями. Свет, проходящий сквозь такую поверхность, рассеивается во все стороны.

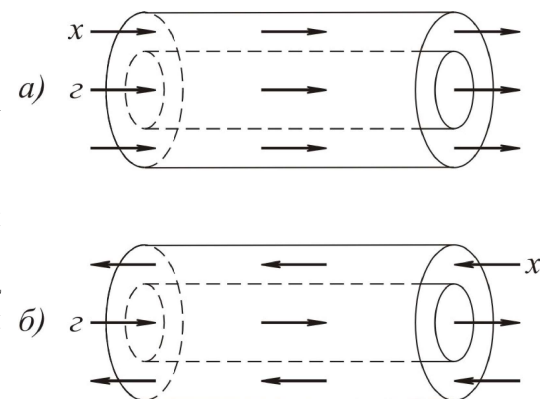
Задание 4. (7 – 9 кл.) Пригородный электропоезд (электричка) состоит из пяти вагонов. Второй и четвертый вагоны – моторные (на них установлены тяговые электродвигатели, приводящие поезд в движение), а остальные – прицепные (у них никаких двигателей нет). Массы всех вагонов одинаковы, силы тяги моторных вагонов также одинаковы. При разгоне электропоезда выяснилось, что сцепка между вторым и третьим вагонами натянута с силой 5000 Н. Натянута или сжата сцепка между третьим и четвертым вагонами? Найдите величину действующей в ней силы. Найдите также силу тяги моторного вагона.



Задание 5. (8 – 10 кл.) На чашках весов уравновешены два одинаковых сосуда, в каждом из которых находится легкий шарик (шарики тоже одинаковые). В первом сосуде шарик просто лежит на дне, а во втором он привязан к дну короткой ниткой. Если налить в них одинаковые количества воды, первый шарик всплывет, а второй сделать этого не сможет – нитка натянется и будет удерживать его под поверхностью жидкости. Мальчик Вася и девочка Маша обсуждают, нарушится ли при этом равновесие весов. Вася считает, что первый сосуд перевесит – натянутая нитка во втором сосуде тянет его вверх за дно, поэтому его вес станет меньше. Маша не согласна – сосуды и шарики одинаковы, воды в них налили тоже одинаковое количество, значит, равновесие весов сохранится. Кто из них прав и в чем ошибка в рассуждении другого?

Ошибку в неправильном (по вашему мнению) рассуждении нужно обязательно указать.

Задание 6. (8 – 11 кл.) **Проточный теплообменник** представляет собой длинную трубу с двойными стенками. Во внутреннюю трубу поступает горячая вода, в зазор между стенками – холодная. В результате теплообмена через стенку холодная вода нагревается, а горячая – остывает. Допустим, на вход теплообменника подается горячая вода температурой 80°C в количестве 1 л/с и холодная вода температурой 20°C в количестве 2 л/с. Найдите максимальную температуру, до которой может нагреться холодная вода на выходе из устройства, если



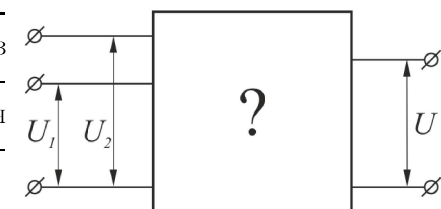
- горячая и холодная вода подаются с одного конца теплообменника;
- горячая и холодная вода подаются с противоположных концов (встречный теплообменник).

Потери тепла считайте пренебрежимо малыми.

Задание 7. (9 – 11 кл.) **Аналоговый компьютер.** Придумайте электрическую цепь из резисторов, работающую следующим образом. Если на ее вход подать два напряжения U_1 и U_2 , то на выходе должно возникать напряжение U , равное

- $U = 0,001 \cdot U_1 + 0,002 \cdot U_2$
- $U = 0,1 \cdot U_1 + 0,2 \cdot U_2$.

Погрешность вычисления должна быть не больше 1%. Обязательно укажите



величины резисторов, входящих в вашу цепь. Источники, подающие на устройство напряжения U_1 и U_2 , обладают внутренними сопротивлениями порядка нескольких Ом. Ток, утекающий на выход, можно считать равным нулю.

Задание 8. (10 – 11 кл.) Лампы накаливания в наших квартирах питаются от сети переменного тока частотой 50 Гц. Напряжение этой сети зависит от времени как $U(t) = U_0 \cos \omega t$. Значит, во время работы такая лампа должна очень часто (100 раз в секунду) мигать, погасая каждый раз, когда ток через нее обращается в ноль. Однако в различных источниках можно встретить утверждение, что этого мигания не происходит из-за тепловой инерционности нити накаливания. Сделайте необходимые оценки и ответьте на вопрос: мигает лампа накаливания или колебания яркости ее свечения совершенно ничтожны? То, что мы их не замечаем, ни о чем не говорит – инерционность восприятия сетчатки нашего глаза в любом случае не позволяет увидеть такие частые мигания.

Мощность лампы примите равной 100 Вт. Рабочая температура вольфрамовой нити накаливания 2700°C . Диаметр нити 20 мкм, ее длина 17 см. Плотность вольфрама $19,3 \text{ г/см}^3$, его удельная теплоемкость при такой температуре $186 \text{ Дж/(кг}\times\text{K)}$.

Задание 9. (11 кл.) Что больше – число ударов молекул воздуха об пол комнаты или о потолок (на единицу площади)? Оцените относительную величину различия этих чисел.

Температуру воздуха в комнате считайте одинаковой во всех точках. Средняя молярная масса воздуха $M \approx 29 \text{ г/моль}$, универсальная газовая постоянная $R \approx 8,31 \text{ Дж/(моль}\times\text{K)}$, нормальное атмосферное давление $p_0 \approx 10^5 \text{ Па}$.

Задание 10. (9 – 11 кл.) Прочитайте выданный вам текст «Цветовое зрение». Используя график, приведенный в тексте, выполните задания:

а) Определите отношение откликов «красной» и «зелёной» колбочек на возбуждение монохроматическим жёлтым светом (545 нм) для нормального трихромата.

б) Определите отношение интенсивностей монохроматических красного и зелёного светов, соответствующих максимумам чувствительности соответствующих колбочек нормального трихромата, при котором цвет смеси для такого наблюдателя неотличим от жёлтого (545 нм).

в) Различат ли аномальные трихроматы описанных в тексте видов красно-зелёную смесь и чисто жёлтый из пункта б)? Считайте, что глаз не различает два световых сигнала, если отношения откликов «красных» и «зелёных» колбочек на эти сигналы различаются менее чем на 5%.

Дополнительные материалы к заданию 10.

ЦВЕТОВОЕ ЗРЕНИЕ

В 1881 г. лорд Рэлей установил, что для большинства людей смесь эталонных зелёного и красного света в определённой пропорции неотличима по цвету от эталонного чистого жёлтого. То есть смесь двух спектрально чистых световых сигналов с определённым соотношением интенсивностей для обыкновенного наблюдателя выглядит так же, как другой спектрально чистый сигнал. Позднее были сформулированы и другие законы «сложения цветов»: например, смеси тех же зелёного и красного в других пропорциях могут выглядеть как оранжевый либо желтовато-зелёный, смеси зелёного с синим – как различные оттенки голубого, а смеси красного с синим – как фиолетово-розовые цвета. На основе этих законов в конце XIX века была сформулирована трёхцветная модель (Юнга–Гельмгольца) нашего цветового зрения, которая уточнялась на протяжении XX века и продолжает уточняться по сей день. Сейчас эта модель привычна многим благодаря компьютерной графике – но от этого она не менее удивительна. . .

Часто говорят, что любой спектрально чистый, а значит и вообще любой световой сигнал X для нашего зрения неотличим от смеси трёх сигналов с заданными длинами волн: красного (R), зелёного (G) и синего (B) – которые называются базисными цветами RGB модели (модель называется *трёхцветной* по числу этих цветов). Записать это можно в виде следующей формулы: $X = c_r R + c_g G + c_b B$, где c_r , c_g и c_b – необходимые интенсивности трёх базисных сигналов. Однако, в таком виде это утверждение не совсем точно. Некоторые спектрально чистые цвета (от голубого до фиолетового) невозможно получить из базисных никаким выбором коэффициентов c . Для таких цветов верно следующее: определённая смесь чистого X и R неотличима глазом от определённой смеси G и B . Формально это можно записать как равенство $X + (-c_r)R = c_b B + c_g G$ или $X = c_r R + c_b B + c_g G$, где $c_r < 0$. В качестве трёх базисных сигналов можно выбрать любые три спектрально чистых (или даже составных) сигнала, которые для нашего зрения *линейно-независимы* – то есть каждый из них выглядит иначе, чем любая смесь двух других, и никакая смесь всех трёх не выглядит нейтрально-серой (это «нулевой» цвет в этой модели).

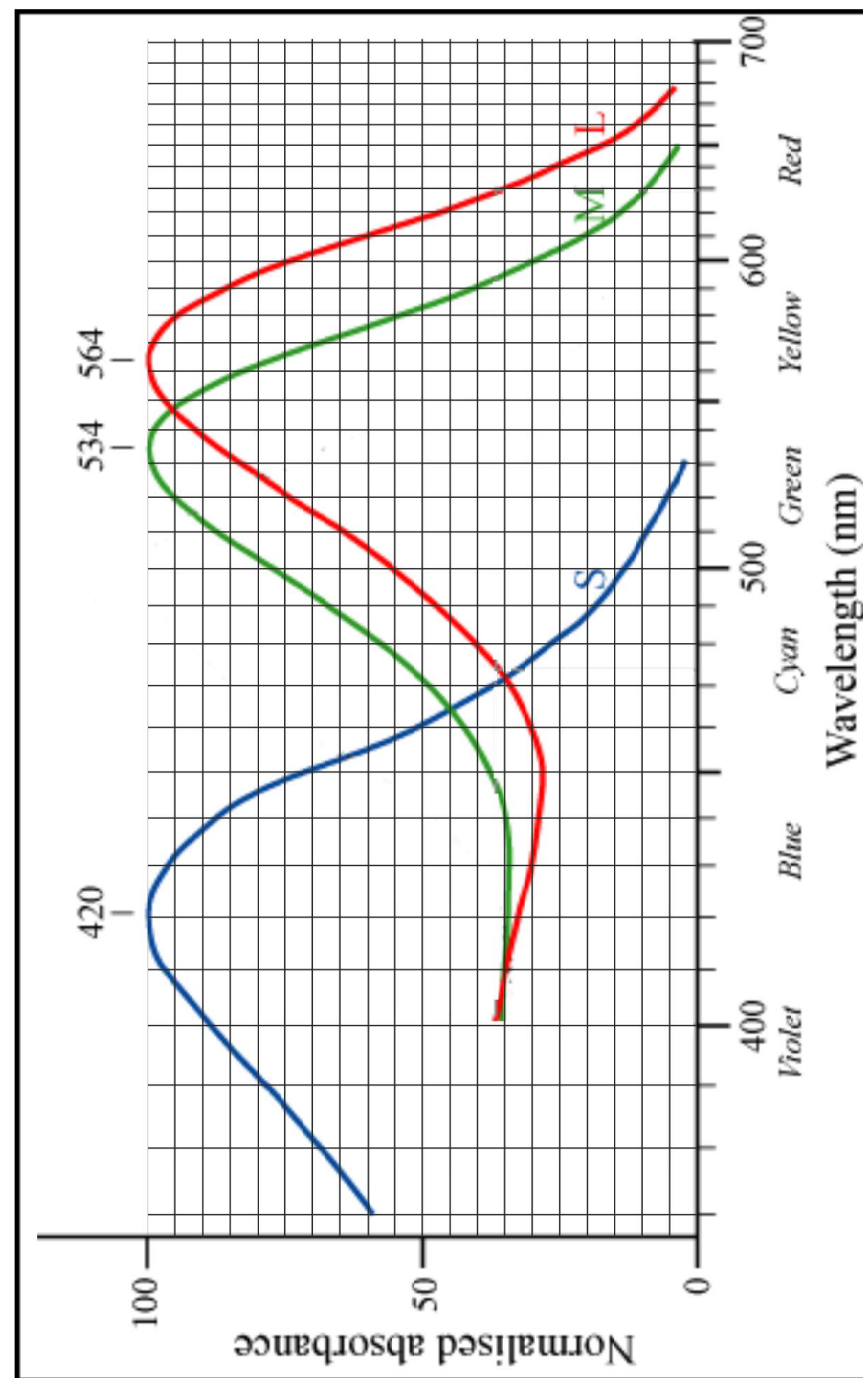
Так почему же наше цветовое зрение трёхмерно и каким образом оно проецирует бесконечномерное пространство световых сигналов на трёхмерное пространство? Согласно современным представлениям, дело в том, что в сетчатке нашего глаза есть три типа цветочувствительных рецепторов – колбочек. Каждый тип колбочек имеет максимум чувствительности вблизи одного из трёх базисных цветов R , G и B . Если два световых сигнала возбуждают все три

типа колбочек одинаково – они будут выглядеть для нас совершенно одинаковыми, при том что их истинный спектральный состав может быть совершенно разным. Сложность состоит в том, что пики чувствительности довольно широкие и кривые чувствительности различных колбочек сильно перекрываются. Предполагаемый вид этих кривых приведён на рисунке. При использовании этих графиков нужно иметь в виду, что они *нормализованы*, то есть каждая из кривых домножена на некоторое число так, чтобы значения в максимумах стали одинаковыми. На самом деле значения максимумов откликов «красной», «зелёной» и «синей» колбочек относятся как 0,65 : 0,3 : 0,05.

Как выяснилось, цветовосприятие некоторых людей заметно отличается от описанных выше закономерностей. Одно время считалось, что нарушения связаны с отсутствием одного из типов колбочек – так что цветовое пространство такого наблюдателя становится двумерным. Однако, по более современным данным, встречаются варианты цветовосприятия, когда в глазу присутствуют все три типа колбочек, но кривая чувствительности одного из них видоизменена. Для таких наблюдателей (их называют *аномальными трихроматами*) цветовое пространство остаётся трёхмерным, но законы сложения цветов изменяются по сравнению с обыкновенными наблюдателями (*нормальными трихроматами*). В частности, в некоторых опытах аномальные трихроматы различали пары цветовых сигналов, неразличимые для нормальных трихроматов. В простейшей модели аномальной трихроматии одна из кривых спектральной чувствительности пигментов смещена вдоль спектра как единое целое: «красная» в сторону «зелёной» (*протоаномалия*), либо «зелёная» в сторону «красной» (*дейтероаномалия*). Величина смещения при этом составляет приблизительно 10 нм.

Не забудьте подписать свою работу (указать номер карточки, фамилию, имя, школу, класс) и сдать её. Сдавать листок с условиями не нужно. Задания, информация о разборах, решения и результаты участников (после 20 ноября) будут опубликованы на сайте turlom.olimpiada.ru Обратите внимание: в этом году результаты будут доступны ТОЛЬКО по номеру карточки.

Интересуешься турнирами и олимпиадами? Бесплатная олимпиадная школа от "Летово" уже в январе! Зарегистрируйся на winterschools.letovo.ru, прими участие в отборе и начни 2020 год с усиленной подготовки в Москве!



Нормализованные зависимости (Normalised absorbance) отклика условно «красной» (L), «зеленой» (M) и «синей» (S) колбочек от длины волны (Wavelength) падающего на них света.