

**ТРАДИЦИОННАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА МФТИ**  
**по физике (18 марта 2012 г.)**

1. В одной задаче из знаменитого сборника П.Л. Капицы студентам МФТИ предлагалось оценить, с какой скоростью должен ехать гоночный автомобиль с одним спущенным колесом, чтобы покрышка на спущенном колесе не сминалась. Как изменится решение этой задачи, если такой автомобиль движется по повороту гоночной трассы, имеющей для безопасности поперечный наклон? (*В.С. Булыгин*)
2. В новом московском цирке некоторое время назад шло представление «Вокруг света за 80 минут», название которого, отражая участие многочисленных зарубежных цирковых трупп, вместе с тем явно перекликалось с известным романом Жюль Верна «Вокруг света за 80 дней», где герои совершали подобное путешествие с использованием самых совершенных на то время технических средств. Возможно ли ныне осуществление подобного путешествия за 80 минут с применением современных средств? Какие дополнительные запасы топлива необходимо по вашему мнению предусмотреть, если считать, что предназначенное для такого полёта ракетное топливо имеет удельный импульс 300 сек? Для упрощения оценок отвлечься от возможных эффектов, связанных с вращением Земли, учёт которых может привести к ряду спорных моментов (например, полет Ю.А. Гагарина, стартовавшего из Байконура и приземлившегося в районе Саратова, может и не считаться истинным «кругосветным» путешествием). (*М.Г. Кремлёв*)
3. Оценить относительное изменение температуры искусственного спутника  $\frac{T_{д}-T_{н}}{T_{д}}$  при его движении над дневной и ночной сторонах Земли. Скорость движения спутника  $U = 8$  км/с. Спутник имеет сферическую форму радиуса  $R = 1$  м и изготовлен из хорошо теплопроводящего материала с зачёрнённой поверхностью. Давление и температура воздуха на высоте полёта спутника равны  $P = 0.006$  Па и  $T = 200$  К соответственно. Солнечная постоянная  $J_C = 1400$  Вт/м<sup>2</sup>, постоянная земного излучения днём  $J_{зд} = 200$  Вт/м<sup>2</sup> и ночью  $J_{зн} = 175$  Вт/м<sup>2</sup>. (*Э.В. Прут*)
4. В сентябре прошлого (2011) года часть интернациональной исследовательской коллаборации OPERA (занимающейся экспериментальными исследованиями нейтринных осцилляций) опубликовала сообщение, что статистическая обработка некоторых экспериментов коллаборации свидетельствует о том, что мюонные нейтрино двигаются со сверхсветовой скоростью (остальные члены коллаборации не стали подписывать это сообщение). Это сообщение не подтверждалось опытными исследованиями других групп, и вызвало критическую полемику в физическом сообществе.  
Однако, это было отнюдь не первым сообщением о наблюдении сверхсветовых скоростей. При формировании новых протозвёзд, когда материя из газового облака стягивается к ядру звезды, наблюдаются выбросы струй (джетов) звёздного вещества, уносящих избыточный угловой момент сжимающейся звезды. По надёжно измеренным: расстоянию до звезды  $l$  и скорости изменения угловых размеров джета  $\dot{\varphi}$  наблюдаемая скорость разлёта джета  $v_n = l\dot{\varphi}$  иногда оказывалась больше скорости света!  
Дайте объяснение этим астрономическим наблюдениям и определите максимально возможные значения  $v_n$ . (*В.С. Булыгин*)
5. Лакокрасочное покрытие нанесённое на вертикальную стенку слоем толщиной  $h = 10^{-2}$  см, стремится под влиянием силы тяжести стечь вниз. Оценить максимальную величину длины потёка за 1 мин, если плотность краски  $\rho = 1100$  кг/м<sup>3</sup>, вязкость  $\eta = 2$  Па·с. (*Э.В. Прут*)
6. После ополаскивания современной тонкостенной пластиковой бутылки на доньшке сохранилось несколько мелких капель воды. При каких условиях вода быстрее полностью

испарится: если поставить бутылку на пол как обычно, на доньшко, либо, наоборот, на горлышко? Обоснуйте свой ответ. Для определённости считать, что дно бутылки плоское, горлышко бутылки не закрывается пробкой, а пол в помещении, где нет сквозняков, покрыт кафельной плиткой. (*М.Г. Кремлёв*)

7. Определить диффузионный поток пара при стационарном испарении капли радиусом  $a$ . Концентрация пара вблизи капли равна  $c_0$ , температура поверхности капли  $T_0$ . На бесконечно большом расстоянии от капли концентрация пара равна  $c_\infty$ , температура пара  $T_\infty$ . Коэффициент диффузии пара описывается формулой  $D(T) = D_\infty \left(\frac{T}{T_\infty}\right)^2$ , где  $D_\infty$  — значение коэффициента диффузии при  $T_\infty$ . Коэффициент теплопроводности пара постоянен и равен  $\chi$ . (*Э.В. Прут*)
8. Два заполненных газом сосуда соединены теплоизолированной трубкой, диаметр которой на порядок превышает среднюю длину свободного пробега газовых молекул. Температура газа в каждом сосуде поддерживается постоянной, но значения температуры газа в сосудах — разные. Определите, с какой точностью давления газа в сосудах можно считать равными друг другу. (*В.С. Булыгин*)
9. Заряд  $q$  расположен на оси точечного электрического диполя с моментом  $p$  и испытывает с его стороны отталкивание. В начальный момент его расстояние до диполя равно  $L$ , а скорость равна  $v_0$  и направлена к диполю. Через какое время заряд изменит направление движения? (*Е.З. Мейлихов*)
10. Студент Физтеха выполнял на базе лабораторную работу по изучению спектров ТВ-сигналов. В качестве источника сигналов использовался генератор стандартных телевизионных сигналов (ГСТС). ТВ-сигнал с шириной спектра  $\Delta f = 6$  МГц поступал с выхода ГСТС на соответствующий вход амплитудного модулятора ТВ-сигналов. На второй вход этого модулятора поступает сигнал несущей частоты с генератора стандартных сигналов (ГСС). По невнимательности студент, вместо рекомендованного в описании значения несущей частоты  $f_0 = 71$  МГц, подал на вход модулятора сигнал с синусоидальной частотой  $f_0 = 71$  кГц. Опишите картину, которую он увидел на экране анализатора спектра, подключённого к выходу модулятора. (*В.Г. Жотиков*)
11. Правильный многогранник с числом граней, равным  $m$  и длиной ребра, равной  $a$  равномерно заряжен по своей поверхности. Полный заряд многогранника равен  $Q$ . Найти силу  $\vec{F}$  электростатического отталкивания, действующую на каждую грань. (*С.Н. Жабин*)
12. Концепция корпускулярно-волнового дуализма относится к телам любых размеров (и массы). Оценить максимальный размер объектов, волновые свойства которых можно наблюдать в интерференционном опыте Юнга (дифракция волны на двух щелях). (*Е.З. Мейлихов*)