



НАУЧНАЯ ОЛИМПИАДА ФИЗИК- ИССЛЕДОВАТЕЛЬ

Саратовский филиал Института радиотехники и электроники Российской академии наук

Лаборатория теоретической нелинейной динамики

Базовая кафедра динамических систем факультета нелинейных процессов

Кафедра лазерной и компьютерной физики физического факультета

Саратовского государственного университета

проводят **Научную олимпиаду «Физик-исследователь».**

Оргкомитет олимпиады: д.ф.-м.н., профессор Кузнецов А.П., д.ф.-м.н., профессор Кузнецов С.П., д.ф.-м.н., профессор Мельников Л.А., к.ф.-м.н., доцент Савин А.В., к.ф.-м.н., с.н.с. Седова Ю.В., студентка ФНП СГУ Станкевич Н.В., студент ФНП СГУ Савин Д.В..

Научная олимпиада в определенной мере отличается от традиционной. На традиционной олимпиаде на решение каждой задачи отводится примерно 45 минут, что существенно ограничивает характер заданий, которые, требуя глубокого знания физики, в то же время сильно отличаются от реальных задач, решаемых учеными в ходе исследовательской работы. Каждая же из предлагаемых на научной олимпиаде задач допускает определенное исследование. Для них имеет значение не скорость решения и «правильный» ответ, а глубина проработки, обсуждение различных вариантов и путей развития задачи. Вы также самостоятельно выбираете методы решения задачи и подбираете иллюстрации к решению. Таким образом, эти задачи наиболее приближены к настоящим научным задачам.

Некоторые задачи по «антуражу» могут показаться Вам знакомыми, но вопросы и задания к ним поставлены иначе.

Задания научной олимпиады могут быть решены как индивидуально, так и в составе «научной группы», количество участников которой должно быть не более трех человек. Вы можете обсуждать задачи друг с другом, использовать, как это и принято в научных исследованиях, любую литературу, справочники, Интернет, а также при необходимости привлекать знания, выходящие за рамки школьной программы. Однако оргкомитет просит не пользоваться помощью учителей, студентов и профессиональных ученых. Если

Вы используете «разделение труда» внутри научной группы, позаботьтесь, чтобы все участники группы владели решением всех задач в полной мере.

При решении и представлении решений всех задач может быть использован компьютер, а при решении некоторых он необходим.

Как и на любой олимпиаде, для участия совершенно не обязательно решить (или даже начать решать) все задачи. Кроме того, вы можете заменить задачу, отмеченную звездочкой, другой, самостоятельно поставленной задачей, использующей компьютерное моделирование либо физический эксперимент (либо и то, и другое одновременно), и представить ее условие и решение.

Итогом научной работы ученого является статья в научном журнале. Поэтому также будет учитываться и качество оформления Ваших решений, в первую очередь ясность изложения материала. Если Вы оформляете решение в электронном виде (что желательно, но необязательно), лучше пользоваться текстовым редактором MS WORD. Принимаются к рассмотрению также (как дополнение) компьютерные презентации решений задач. Для задач, использующих компьютерное моделирование, в решении необходимо приводить результаты, полученные при помощи созданных Вами программ, а не сами тексты программ.

**Лучшие решения будут отмечены Дипломами и призами, а также
могут быть рекомендованы к участию в различных конференциях и школах
учащихся**

Ваши решения до **11 апреля 2007 г.** (включительно) можно

- сдать в **к.57а 8-го корпуса СГУ** (ул. Большая Казачья, между Университетской и Астраханской, 2-ой этаж) Савину Алексею Владимировичу,
- прислать по электронной почте по адресу **SavinA@info.sgu.ru** с пометкой “олимпиада”, при большом объеме решения его лучше сжать с использованием общеизвестных программ-архиваторов (Zip, Rar и т.п.),
- прислать обычной почтой по адресу 410019, Саратов, ул. Зеленая, 38, СФ ИРЭ РАН, Седовой Ю.В. (В этом случае датировка по почтовому штемпелю.)

Вопросы по условиям задач можно задавать по E-mail **SavinA@info.sgu.ru** (с пометкой «Вопрос» в теме письма).

К решениям приложите регистрационные формы всех авторов в соответствии с представленным образцом.

Регистрационная форма

(отмеченные * графы заполните обязательно)

Фамилия * _____ Имя * _____
Отчество * _____ Школа * _____
Город (поселок) * _____
Почтовый адрес (с индексом) * _____
E-mail _____ Контактный телефон (с кодом города) _____

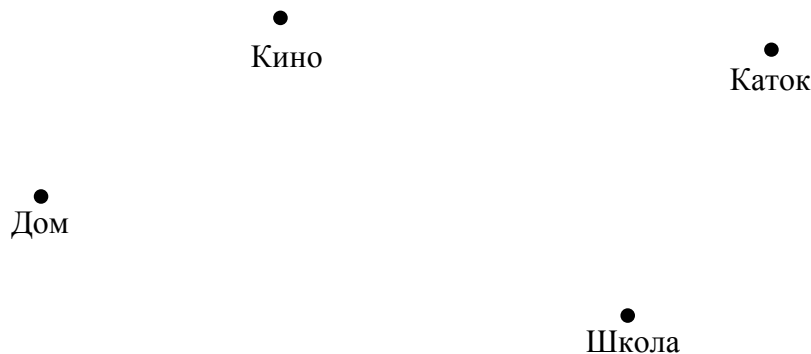
ЗАДАЧИ

8 класс

1. В сообщающихся сосудах находится жидкость с плотностью ρ_T , так что ее высота равна H . В один из сосудов начинают очень медленно подливать другую, более легкую жидкость с плотностью ρ_L . Что будет происходить в системе? Жидкости не перемешиваются.

2. На поверхности воды плавает шар радиуса R и плотности ρ . На какую глубину погрузится шар, если $\rho = 0,1 \text{ г/см}^3$? $0,6 \text{ г/см}^3$? Что можно сказать в общем случае?

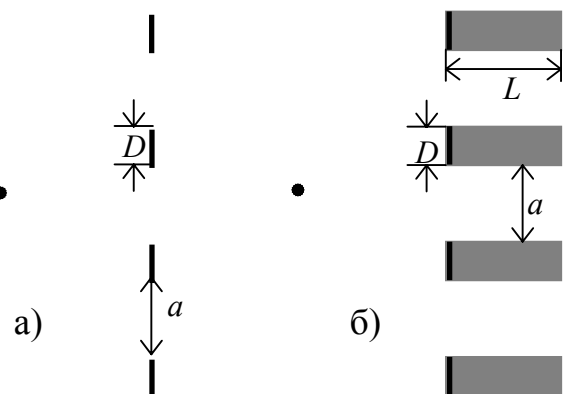
3.* Ученик вышел из дома в школу, но на полпути он передумал и решил пойти в кино. Пройдя полпути в кино, он передумал и пошел на каток, затем на полпути снова пошел в школу и т.д. Создайте компьютерную модель, иллюстрирующую движение ученика. Каким будет в конечном итоге характер его движения? Чем он определяется? Определите период установившегося движения. Все объекты расположены на открытой местности (см. рис.). Обсудите возможные частные случаи и предельные переходы. Может быть, задача допускает какое-то обобщение?



9 класс

1. На гладкую наклонную плоскость с углом наклона к горизонту β падает “плашмя” плоская шайба массы m так, что ее скорость перед ударом равна v и образует с поверхностью угол α . Считая, что коэффициент трения скольжения шайбы по поверхности равен μ , исследуйте, как будет двигаться шайба после удара.

2. а) Перед “забором”, представляющем собой тонкие планки ширины D , расположенные на расстоянии a друг от друга (рис. а), расположен точечный источник света, а за забором параллельно ему – плоский экран. Опишите распределение освещенности на экране. Как оно будет меняться при удалении экрана от забора? Зависит ли вид этого распределения от положения источника?



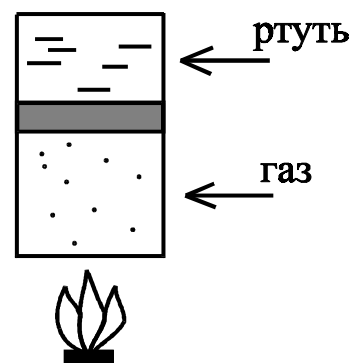
б) Пусть теперь “доски” “забора” имеют конечную толщину L (рис. б). Как изменится распределение освещенности по экрану?

3.* Поле имеет вид прямоугольника со сторонами a и b , причем $b < a$. Из вершины прямоугольника идет человек. Он может идти по дороге по краю поля со скоростью u , или по полю со скоростью v . (Переходить с поля на дорогу и наоборот можно в любой точке.) Исследуйте с помощью компьютерного моделирования вопрос, как при заданном отношении $\varepsilon = v/u$ пешеходу выбрать путь, чтобы попасть в противоположную вершину за минимальное время? Продумайте возможность различных компьютерных иллюстраций. Сначала рассмотрите случай какого-либо фиксированного отношения сторон поля $\mu = b/a$, а затем проведите общее рассмотрение в случае произвольных параметров μ и ε . В каком случае пешеходу сложнее всего «на глаз» выбрать маршрут?

10 класс

1. У Знайки имеется $m_{\text{гор.}}$ воды при температуре 100°C и $m_{\text{хол.}}$ воды при температуре 0°C . Предложите способ, позволяющий за минимальное время получить не менее $m_{\text{гор.}}$ воды температурой 40°C . Оцените это время, если за одну минуту (пока Знайка размышлял над задачей) горячая вода остыла до 99°C . Считайте, что при смешивании жидкостей тепловое равновесие устанавливается мгновенно, горячая и холодная вода находятся в одинаковых стаканах, теплоемкость которых пренебрежимо мала, а стенки всегда имеют ту же температуру, что и вода внутри стакана; вместительность каждого из стаканов превышает суммарный объем воды. Температура воздуха в комнате 20°C . (Указание: при численной оценке величины времени выберите несколько конкретных значений масс горячей и холодной воды.)

2. В пробирке под поршнем, поверх которого налита ртуть, находится идеальный газ (см. рис.). Газ начинают очень медленно нагревать. Что будет происходить при повышении температуры? Обсудите все возможные сценарии развития событий. Атмосферное давление p_0 , масса поршня M , его площадь S , начальная температура газа T_0 , длина пробирки l , первоначальное расстояние от дна пробирки до поршня l_0 . Ртуть может выливаться через край пробирки.



3.* На прямой между шаром массы M и стенкой располагается другой шар массы m . Начальное расстояние между первым шаром и стенкой L . Первый шар первоначально неподвижен, а второй имеет скорость v . Удар между шарами и стенкой всегда абсолютно упругий. Постройте компьютерную модель и с ее помощью дайте иллюстрацию динамики системы. С помощью этой модели определите число соударений в системе в зависимости от параметров. Как изменится динамика в случае неупругого удара?

11 класс

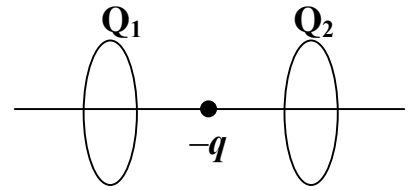
1. Цилиндрический световод состоит из сердцевины радиуса r_1 с показателем преломления n_1 и окружающей ее оболочки внешним радиусом r_2 с показателем преломления $n_2 < n_1$. Торцевой световод освещается точечным источником света, находящимся на его оси на расстоянии L от торца.

а) Пусть световод выпрямлен. Найдите угол расхождения пучка на выходе из него.

б) Световод согнули по дуге окружности радиуса R ($R \gg r_2$). Исследуйте, что произойдет с пучком на выходе световода.

2. Рассмотрим “модель” известной игрушки “неваляшка”: однородный по длине цилиндр, центр тяжести которого отстоит от оси на расстояние h . Если такой цилиндр положить на плоскую поверхность, то он, очевидно, будет иметь два положения равновесия: устойчивое, в котором центр тяжести занимает наинизшее положение, и неустойчивое, в котором центр тяжести занимает наивысшее положение. Исследуйте, какие положения равновесия будет иметь этот цилиндр, если его положить на выпуклый (или вогнутый) полуцилиндр большего радиуса. Что будет происходить при выведении цилиндра из положений равновесия?

3.* Имеются два одинаковых кольца радиуса R , по которым равномерно распределены положительные заряды Q_1 и Q_2 . Вдоль оси, проходящей через центры колец, может скользить маленький шарик массы m , несущий отрицательный заряд $-q$. С помощью компьютера выясните все возможные типы движения шарика. Начальная скорость и координата точечного заряда могут быть произвольными. Рекомендуем обсудить возможные частные случаи и предельные переходы.



Тексты заданий также доступны в сети Интернет по адресу

<http://sgtnd.narod.ru/wts/rus/index.htm>

Institute of Radio-engineering
and Electronics of RAS



Институт радиотехники и электроники (ИРЭ) РАН – крупнейший научно-исследовательский институт Российской Академии наук – располагается в центре Москвы, в бывшем здании физического факультета Московского университета и имеет филиалы в Саратове, наукограде Фрязино (Московская область) и Ульяновске. Институт ведет научные исследования по приоритетным фундаментальным и прикладным научным направлениям, среди которых информационные и коммуникационные технологии, вычислительная физика, нелинейная динамика, планетная радиолокация и космическая радиофизика, сверхпроводниковые устройства, биомедицинская радиоэлектроника, микро- и нанoeлектроника, средства оптической коммуникации и другие.

ИРЭ одновременно является мощной учебной базой для образования «исследовательского типа». Институт имеет четыре базовых кафедры в **Московском физико-техническом институте**, две – в **Саратовском государственном университете** и одну – в **Саратовском государственном техническом университете**. Базовые кафедры института готовят физиков-исследователей по научным направлениям института и его филиалов.

Подробнее об ИРЭ РАН можно узнать в сети Интернет по адресу <http://www.cplire.ru/rus/inf.html>