

ОЛИМПИАДЫ

XV Международная олимпиада «Интеллектуальный марафон»

Международный интеллект-клуб (МИК) «Глюон» в рамках международной программы «Дети. Интеллект. Творчество» при участии Института физики высоких энергий, МГУ им. М.В.Ломоносова, Фонда некоммерческих программ «Династия» и при поддержке компаний «Физикон» и «1С», Издательского дома «Первое сентября» и журналов «Квант» и «Физика в школе» провел юбилейную тест-рейтинговую олимпиаду «Интеллектуальный марафон». Олимпиада проходила с 8 по 15 октября 2006 года в городе Протвино Московской области на базе Института физики высоких энергий.

На олимпиаду приехали участники из разных регионов России и из Казахстана. Одаренные школьники, проявившие интерес к фундаментальным наукам, соревновались в командных и индивидуальных турах по математике, физике и истории научных идей и открытий. В четвертый раз в олимпиаде участвовали школьники, интересующиеся экологией и биологией, и в третий раз — интересующиеся историей и культурологией.

Абсолютным победителем олимпиады «Интеллектуальный марафон-2006» по фундаментальным наукам в командном зачете стала команда лицея 1511 при МИФИ (Москва). Ей был вручен главный приз соревнований — Суперкубок — и призы от спонсоров. Команда была также второй по истории научных идей и открытий и третьей по математике и физике.

Второе место в общем зачете заняла команда Классического лицея 1 при РГУ (Ростов-на-Дону). Она заняла также третье место по истории научных идей и открытий. Команде был вручен большой кубок за второе место в общем зачете и соответствующие дипломы за успехи в командных соревнованиях. На третье место вышла команда ФМЛ 1580 при



Команда Классического лицея 1 при РГУ

МГТУ им. Н.Э.Баумана (Москва), которая стала также первой по истории научных идей и открытий и второй по физике. Ей был вручен кубок и дипломы за успехи в командных соревнованиях.

В индивидуальных соревнованиях по фундаментальным наукам абсолютным победителем олимпиады стал Юрий Цимбалов, ученик 11 класса ФМЛ 1580 при МГТУ им. Н.Э.Баумана. Ему были вручены большая золотая медаль и малая бронзовая медаль за третье место по физике. Вторым призером в общем зачете стал Фарит Шакиров, ученик 11 класса ФМЛ 2 Елабуги. Большую бронзовую медаль в общем зачете завоевал Зине Жумон, представляющий Казахстан, он получил также малую золотую медаль за победу по математике. В индивидуальном зачете по физике лучшим стал Владимир Турбин (11 кл., Центр «Дарын», Казахстан), ему была вручена малая золотая медаль. Вторым стал Никита Агеев (11 кл., Классический лицей 1 при РГУ), он удостоился малой серебряной медали. Мират Каденов (Центр «Дарын») получил бронзовую медаль за третье место по физике. Арман Дияров и Дайана Тумарбекова (Казахстан) за второе и третье места по математике были награждены малыми серебряной и бронзовой медалями соответственно.

Все победители и призеры получили различные подарки и призы от организаторов и спонсоров олимпиады.

Международный интеллект-клуб «Глюон» приглашает региональные центры, школы, лицеи и гимназии, работающие с одаренными детьми, принять участие в XVI Международной олимпиаде «Интеллектуальный марафон», которая пройдет в октябре 2007 года в Греции на острове Крит.

Заявки на участие присылайте по адресу: 115522 Москва, Пролетарский проспект, д.15/6, корп.2, МИК «Глюон».

Телефон: (495)517-8014, факс: (495)396-8227,
e-mail: gluon@yandex.ru
(см.также сайт: [http:// gluon.informika.ru](http://gluon.informika.ru)).



Идет жеребьевка капитанов команд

ЗАДАЧИ ОЛИМПИАДЫ ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ НАУКАМ

Письменный индивидуальный тур

Математика

1. Замените звездочку цифрой так, чтобы число $\underbrace{99\dots 9}_{100} * \underbrace{00\dots 0}_{100} 9$ оказалось полным квадратом.
2. Найдите площадь прямоугольного треугольника, если точка касания вписанной в него окружности делит гипотенузу на отрезки с длинами a и b .
3. Найдите наименьшее из чисел вида $|11^k - 5^l|$, где k и l – натуральные числа.
4. Таблица $m \times n$ заполнена числами так, что числа каждой строки и каждого столбца образуют арифметическую прогрессию. Найдите сумму всех чисел таблицы, если сумма четырех чисел, стоящих в ее углах, равна s .
5. На стороне AC треугольника ABC взята точка E такая, что $EC = AB$. Пусть K – середина BC , M – середина AE . Найдите угол BAC , если $\angle KME = \alpha$.
6. Пусть $a > 1$ – единственный корень уравнения $x^3 - x - 3 = 0$. Что больше: a или $\sqrt[3]{13}$?
7. Можно ли так познакомиться некоторых из N попарно незнакомых людей, чтобы никакие трое из них не имели одинакового количества знакомых?

Физика

1. Два одинаковых маленьких шарика, соединенных между собой нерастяжимой невесомой нитью длиной l , лежат на гладкой горизонтальной плоскости. Какую минимальную вертикальную скорость нужно сообщить одному из шариков, чтобы и второй оторвался от плоскости?
2. Математический маятник – длина подвеса l , масса груза m – расположен вблизи горизонтальной проводящей плоскости. Определите период малых колебаний маятника около положения равновесия. Заряд маятника q . При вертикальном положении маятника расстояние от груза до проводящей плоскости равно a .
3. Известно, что сила притяжения Луны к Солнцу примерно в два раза больше, чем сила притяжения Луны к Земле. Покажите, что несмотря на это Луна удерживается полем тяготения Земли и вращается вокруг нее. Масса Солнца $M_C = 2 \cdot 10^{30}$ кг, масса Земли $M = 5 \cdot 10^{24}$ кг, масса Луны $m = 7 \cdot 10^{22}$ кг, расстояние от Земли до Солнца $R_0 = 1,5 \cdot 10^{11}$ м, расстояние от Земли до Луны $r_0 = 3,8 \cdot 10^8$ м.
4. Оцените время испарения лужи воды глубиной h и поперечным размером R . Температура воды и окружающего воздуха T . Сделайте оценку для $T = 20^\circ\text{C}$, $R = 1$ м, $h = 3$ мм. Удельная теплота испарения воды $L = 2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг.
5. В твердом теле потенциальная энергия межатомного взаимодействия в зависимости от расстояния между атомами R определяется выражением $U(R) = D(1 - \exp(-\alpha(R - R_0)))^2$. Определите коэффициент теплового линейного расширения тела. Сделайте численную оценку для $D = 4$ эВ, $R_0 = 2 \text{ \AA}$, $\alpha = 10^7 \text{ см}^{-1}$.
6. Пучок света частотой ω при прохождении через две щели, расстояние между которыми d , создает дифракционную картину на экране, удаленном на расстояние L , $L \gg d$. При открытой одной щели на экране наблюдается распределение интенсивности $I_0(\theta)$, где θ – угол наблюдения.

Каково будет распределение интенсивности при двух открытых щелях? Как изменится распределение интенсивности, если одну из щелей закрыть прозрачной пластиной толщиной l с показателем преломления n ?

7. Свет частотой ω_0 испущен с поверхности звезды радиусом R и массой M . Какова будет частота света, зарегистрированная удаленным неподвижным наблюдателем? Как и с какой скоростью должен двигаться наблюдатель, чтобы он не регистрировал изменение частоты света? Сделайте численную оценку для Солнца ($R = 7 \cdot 10^8$ м, $M = 2 \cdot 10^{30}$ кг). Гравитационная постоянная $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$. Указание: свет можно рассматривать как поток частиц, фотонов, имеющих массу $m = \hbar\omega_0/c^2$.

Устный командный тур

Математика

1. Поезд проходит мост длиной 450 метров за 45 секунд и 15 секунд идет мимо телеграфного столба. Найдите длину поезда и его скорость.
2. Дан правильный шестиугольник со стороной 1. Постройте одной линейкой отрезок длиной $\sqrt{7}$.
3. Можно ли переставить цифры в десятичной записи числа 2^{35} так, чтобы получился куб целого числа?
4. Существует ли четырехугольник, каждая сторона которого перпендикулярна противоположной стороне?
5. Квадратное уравнение $ax^2 + bx + c = 0$ не имеет корней. Найдите знак числа c , если $a + 2b + 4c < 0$.
6. В четырехугольнике $ABCD$ точки M и N – середины сторон BC и AD соответственно. Отрезок MN делит площадь четырехугольника пополам, а его диагонали пересекаются в точке O . Найдите отношение OM к ON , если $AD = 2BC$.
7. У ромашки m лепестков. Двое играющих отрывают по очереди либо один, либо два соседних лепестка. Выигрывает оторвавший последний лепесток. Кто выигрывает при правильной игре?
8. В школе 2007 учеников. Одни из них знакомы, другие не знакомы друг с другом. Есть ли среди них ученик, имеющий четное число знакомых среди остальных учеников школы?
9. Выясните, при каких значениях n гири с массами 1 г, 2 г, 3 г, ..., n г можно разложить на три равные по массе кучки.
10. Пусть x, y, z – положительные числа, а s – наименьшее из чисел $x, y + \frac{1}{x}, \frac{1}{y}$. Найдите наибольшее возможное значение s .
11. Может ли хотя бы одно из чисел $p - 1$ и $p + 1$ быть полным квадратом, если p – произведение первых n простых чисел ($n > 1$)?
12. В квадрате со стороной 1 нарисованы несколько окружностей, сумма длин которых равна 10. Можно ли провести прямую, пересекающую не менее четырех из этих окружностей?

Физика

1. Ракета стартует с Земли и разгоняется до нужной для выполнения ее задачи скорости. Нагревается ли при разгоне воздух внутри ракеты? Стенки ракеты нетеплопроводны.
2. В фильме «Морозко» главный герой, спасаясь от разбойников, бросил вверх разбойничьи пудовые дубинки (1 пуд ≈ 16 кг), которые упали через семь дней на то же место. Оцените параметры богатырского броска.
3. Мировой рекорд в беге на 100 м составляет время, чуть

меньшее 10 секунд. Оцените мировой (или уже межпланетный?) рекорд в прыжке в длину на Луне (пренебрегите влиянием сопротивления воздуха, наличием скафандра и пр.).

4. Из бесконечной незаряженной проводящей плоскости перпендикулярно ей в вакуум вылетает электрон. В полупространстве, в которое он попадает, создано однородное ускоряющее электростатическое поле напряженностью E . На каком расстоянии от плоскости электрон будет иметь минимальную скорость?

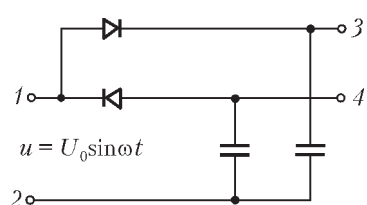
5. В некоторых северных странах (например, в Канаде) пространство между стеклами в оконных стеклопакетах заполняется не воздухом, а тяжелым инертным газом (криптоном). Зачем это делается? Можете ли вы оценить выигрыш от такого решения?

6. «Пылевое облако и ракета». Ракета массой m , летящая в космическом пространстве с выключенным двигателем со скоростью v_0 , попадает в пылевое облако со средней плотностью ρ_0 , имеющее протяженность L в направлении движения ракеты. Пылинки в облаке неподвижны и прилипают к ракете при столкновении с ней. Площадь поперечного сечения ракеты S . Какую скорость v_1 будет иметь ракета при вылете из облака пыли, и сколько времени займет пролет через это облако?

7. «Нагревание воды». В стакан с водой, имеющей температуру $t_1 = 20^\circ\text{C}$, поместили электронагреватель и включили его в сеть. Вода стала нагреваться со скоростью $\mu_1 = 0,03^\circ\text{C}/\text{мин}$, однако с течением времени скорость нагревания уменьшилась, и вода нагрелась только до температуры $t_2 = 80^\circ\text{C}$. Нагреватель выключили. Вода начала остывать со скоростью $\mu_2 = -0,04^\circ\text{C}/\text{мин}$. Чему равна температура окружающей среды? Считайте, что теплоотдача в окружающую среду пропорциональна разности температур тела и окружающей среды.

8. Почему для ускорения протонов до больших энергий обычно используют кольцевые ускорители (например, протонный синхротрон), а для ускорения электронов – линейные?

9. В цепи, схема которой показана на рисунке, между точками 1 и 2 от внешнего источника создано переменное



синусоидальное напряжение $u = U_0 \sin \omega t$. Какое напряжение установится между точками 3 и 4? Диоды считайте идеальными.

10. На полированный до «зеркального блеска» металлический шар слева падает однородный параллельный пучок света. Куда отразится больше света: влево или вправо?

История научных идей и открытий

Математика

1. В 2007 году математическое сообщество будет отмечать 300-летие со дня рождения одного из величайших математиков всех времен. Трудно найти область математики, где не было бы теорем, понятий, формул, связанных с его именем. Назовите этого математика. Какие понятия, теоремы, формулы, открытые им, вам известны?

2. Итальянский математик Лоренцо Маскерони (1750–1800) в работе «Геометрия циркуля» доказал, что всякая задача на построение, которая может быть решена с помощью циркуля и линейки, может быть решена и с помощью одного лишь циркуля. В его рассуждениях важную роль сыграла лемма об удвоении отрезка, т.е. следующая задача:

Дан отрезок AB . С помощью одного только циркуля постройте отрезок $AE = 2AB$ (считается, что отрезок задается своими концами).

Решите эту задачу.

3. В одном средневековом индийском трактате приведена задача, стихотворный перевод которой звучит так:

На две партии разбившись,

Забавлялись обезьяны:

Часть восьмая их в квадрате

В роще весело резвилась,

Криком радостным двенадцать

Воздух свежий оглашали.

Вместе сколько, ты мне скажешь,

Обезьян там было в роще?

Решите эту задачу.

4. Занимаясь проблемой разрешимости в целых числах уравнений вида $ax^2 + b = y^2$, где a и b – натуральные числа, причем число a не является полным квадратом, Пьер Ферма, в частности, решал задачи, сходные со следующей:

Если уравнения $x^2 - 2y^2 = a$ и $x^2 - 2y^2 = b$ разрешимы в целых числах, то разрешимо ли в натуральных числах уравнение $x^2 - 2y^2 = ab$?

Решите эту задачу.

5. В 1703 году был издан необычно большим для тех времен тиражом – 2400 экземпляров – первый русский учебник по математике «Арифметика сиречь наука числительная». Автором его был замечательный педагог-математик Леонтий Филиппович Магницкий. Предлагаем вам решить такую задачу из этой книги:

Один человек выпивает бочонок кваса за 14 дней, а вместе с женой он выпивает такой же бочонок кваса за 10 дней. За сколько дней жена одна выпивает такой же бочонок кваса?

Физика

1. Два выдающихся ученых – отец и сын – лауреаты Нобелевской премии. Один удостоен этой награды за открытие и исследование корпускулярных свойств элементарной частицы, другой – за доказательство ее волновых свойств. Одна из этих премий получена 100 лет назад, в 1906 году.

а) Кто эти ученые?

б) О какой элементарной частице идет речь?

в) Какую лабораторию возглавлял старший из ученых? Кто были его предшественники? Кто сменил его на этом посту?

г) Чем еще знамениты эти ученые?

2. В 2006 году в составе Солнечной системы произошли изменения.

а) Назовите эти изменения.

б) Приведите аргументы сторонников этих изменений.

в) Назовите ученых, результаты исследований которых легли в основу произведенных изменений.

3. 245 лет назад при наблюдении редкого интересного астрономического явления в России было сделано выдающееся открытие в области планетной астрономии. Через восемь лет для наблюдения такого же явления была организована морская кругосветная экспедиция в Тихий океан под командованием известного путешественника, военного моряка, ученого. Следующие два раза это явление наблюдалось в XIX веке, а последний раз – летом 2004 года.

а) Назовите это явление.

б) Какое открытие было сделано?

в) Кто наблюдал это явление в России? Кто командовал кругосветной экспедицией?

4. 175 лет назад родился великий английский физик. Он

работал в различных областях физики, и в каждой из этих областей обязательно найдется результат, названный его именем. Все его достижения значительны, но одно из них связало в единое целое три раздела физики, которые до этого считались обособленными. Ряд предсказаний его теории довольно быстро подтвердились экспериментально, а некоторые стали широко использоваться в технике. Теория стала фундаментом как для классических разделов физики, так и для ряда новых направлений. Особенностью его взглядов было отрицание необходимости использования векторов в физических соотношениях, поэтому для изложения нескольких дифференциальных уравнений, которые составляют сущность упомянутой теории, ему пришлось написать двухтомный труд.

- а) Назовите этого ученого.
- б) О какой теории идет речь?
- в) Назовите как минимум два эксперимента, подтвердивших предсказания теории.

г) Назовите разделы науки, в которых работал этот ученый, и результаты, носящие его имя.

5. В первой четверти XIX века на одном из заседаний Французской Академии наук был сделан доклад о дифракции света. Один из членов Академии, известный ученый, усомнился в правомерности считать свет волновым процессом. Председатель заседания предложил провести опыт и предсказал парадоксальный результат, который однозначно свидетельствовал бы в пользу волновой теории света. Опыт был поставлен. Была получена предсказанная дифракционная картина, которую в дальнейшем назвали именем усомнившегося оппонента.

- а) Кто был докладчик?
- б) Какой результат опыта был получен?
- в) Чьим именем был назван результат?
- г) Кто председательствовал на собрании Академии?

Публикацию подготовили В.Альминдеров, А.Егоров, А.Кравцов, А. Попов, Ж.Работ

Всероссийская студенческая олимпиада по физике

По результатам очередной Всероссийской олимпиады среди студентов технических вузов, которая состоялась в ноябре 2006 года, в командном зачете первое место заняла команда Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (106 баллов), второе место — команда Московского института стали и сплавов (78 б.), третье место — команда Российского государственного университета нефти и газа им. И.М.Губкина (73 б.).

В личном зачете первое место завоевал Н.Богословский (СПГПУ, 47 б.), на втором месте оказался К.Корнишин (РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 44 б.), третье место разделили И.Ковтунов (МИСиС, 43 б.) и Ю.Кропотина (СПГПУ, 43 б.).

Задачи олимпиады

1. Определите угол наклона плоскости низкой орбиты космического аппарата, движущегося вокруг Земли, к плоскости экватора, если он оказался над одной и той же точкой, находящейся на широте Москвы, с интервалом менее 2 часов. Известно, что период вращения аппарата 90 минут, а широта Москвы 57° .

2. Маховик в форме коленчатого вала массой m , ось которого горизонтальна, покоится, опираясь своими цилиндрическими концами радиусом R каждый на два гладких горизонтальных ребра. Центр масс маховика смещен на расстояние R от геометрической оси маховика и в начальный момент занимает наиболее высокое положение. Определите зависимость углового ускорения маховика в случае потери им равновесия от времени, если момент инерции относительно горизонтальной оси, проходящей через центр масс, равен mR^2 .

3. К планете радиусом R с ускорением на поверхности g , имеющей спутник с радиусом орбиты $81R$, подлетает с большого удаления космический аппарат со скоростью $v = (1/9)\sqrt{7Rg}$. Оцените, возможен ли захват гравитационным полем планеты космического аппарата, если топливо у него на исходе, а угол поворота вектора скорости аппарата при облете спутника в системе отсчета спутника равен 120° .

4. Шайба радиусом R скользит по льду со скоростью v_0 , вращаясь вокруг собственной оси с угловой скоростью ω_0 ($v_0 \ll R\omega_0$). Определите закон изменения ускорения шайбы со временем, если коэффициент трения шайбы о лед μ .

5. Кондиционер, работая в режиме «теплового насоса», закачал в помещение количество теплоты Q . Определите изменение энтропии, если все процессы внутри кондиционера обратимые, а термодинамический КПД цикла Карно, по которому работает кондиционер, равен η . Температура воздуха на улице T_0 , в помещении $T_{\text{п}}$.

6. Сфера радиусом R из диэлектрика разделена диаметральной плоскостью на две одинаковые части, заряженные равномерно разноименными зарядами Q и $-Q$. Работа по разведению полусфер на бесконечность равна A . Определите энергию заряда q , равномерно распределенного по поверхности полусферы радиусом r .

7. Очень длинный соленоид радиусом r с плотностью намотки n помещен в бесконечно длинную трубку из сверхпроводника радиусом $R > r$. Определите магнитное поле внутри соленоида и вне его, если по его обмотке протекает ток I .

8. Источник, напряжение которого равно U_0 , подключен к цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением R_1 и конденсатора емкостью C . Параллельно конденсатору подключена цепь из последовательно соединенных резистора с неизвестным сопротивлением $R_2 > R_1$ и ключа K . Определите максимальную мощность, выделяющуюся в резисторе сопротивлением R_2 . Считать, что ключ K замыкается-размыкается с частотой $\nu \gg (R_1 + R_2)/(CR_1R_2)$.

9. На пути плоскополяризованного светового потока поместили поляризационную пластинку, плоскость поляризации которой медленно вращается при переходе от одной зоны Френеля к другой. Определите интенсивность света в точке наблюдения, если вначале она равна I_0 и на оси системы плоскости поляризации света и пластинки взаимно перпендикулярны.

Публикацию подготовили В.Голубев, М.Яковлев