Турнир Юных Физиков

А. И. Слободянюк, Л. Г. Маркович,

А. В. Глебов (компиляция)

2006

Оглавление

Введение **iii**

I Подготовка **1**

1 О работе руководителя **2**

2 Подготовка команды **5**
2.1 Введение 5
2.2 Работа с литературой 6
2.3 Формулировка основных идей 7
2.4 Постановка экспериментов 8
2.5 Разработка математической модели 10

3 Подготовка доклада **12**

II Выступление **16**

4 Выступление с докладом **18**
4.1 Выступление с докладом комбинированного типа 18
4.2 Выступление с докладом экспериментального типа 22
4.3 Выступление с докладом реферативного типа 23

5 Дискуссия между оппонентом и докладчиком **26**

6 Выступление оппонента **29**

7 Выступление рецензента **32**

III История **34**

8 История турнирного движения **35**
8.1 1992-1999 годы 35
8.2 2000-2005 годы 38

9 Задачи Международных турниров разных лет **42**
9.1 Problems 1994, Gröningen, Netherlands 42
9.2 Problems 1995, Spała, Poland 45
9.3 Problems 1996, Kutaissi, Georgia 47
9.4 Problems 1997, Cheb, Czech Republic 50
9.5 Problems 1998, Donaueschingen, Germany 52
9.6 Problems 1999, Vienna, Austria 54
9.7 Problems 2000, Budapest, Hungary 58
9.8 Problems 2001, Espoo, Finland 60
9.9 Problems 2002, Odessa, Ukraine 63
9.10 Problems 2003, Uppsala, Sweden 65
9.11 Problems 2004, Brisbane, Australia 67
9.12 Problems 2005, Winterthur, Switzerland 69
9.13 Problems 2006, Bratislava, Slovakia 72
9.14 Problems 2007, Seoul, Korea 74

10 Задачи Республиканских турниров разных лет **78**
10.1 Задачи 1993 г. 78
10.2 Задачи 1997 г. 79
10.3 Задачи 2005 г. 81
10.4 Зачачи 2006 г. 83
10.5 Задачи 2007 г. 84

Введение

Республиканские турниры юных физиков имеют многолетнюю историю, начиная с 1993 года. Они проводятся под эгидой министерства образования. Всю организаторскую работу по развитию турнирного движения проводит отдел общего среднего образования министерства в тесном взаимодействии с кафедрой методики преподавания физики и информатики физического факультета Белгосуниверситета и Лицея БГУ.

Ежегодно на основании приказа министра образования формируется оргкомитет, на который возлагается подготовка турнирных заданий, формирование состава жюри, разработка регламента ведения физбоя.

Оргкомитет информирует педагогическую общественность о сроках турнира, подачи заявок и их форме в "Настаўніцкай газеце в начале ноября текущего года. Руководители школьных команд подают заявки и участвуют в турнире, соблюдая правила, разработанные оргкомитетом. К настоящему времени стала очевидной необходимость создания нормативной базы турнирного движения. Учитывая государственную и социальную важность работы с одаренными детьми, целесообразно помочь ТЮФам стать делом не только энтузиастов-одиночек, но многих учителей и школьников, потенциально способных принимать участие в деятельности, развивающей интеллектуальные и творческие возможности личности. Тюфовцам так же, как и участникам республиканских предметных олимпиад, нужно свое Положение о республиканском турнире юных физиков.

Опыт участия в российских и международных турнирах, а также организации физбоев в лицее БГУ и в масштабах республики позволяет авторам предложить читателю описание тех правил, выполнение которых является обязательным для участников физбоев во время республиканских турниров. При организации школьных, городских и др. турниров возможны отступления от приведенных правил. Например, в лицее Белгосуниверситета турнир проходит по правилу "одна команда - одна задача".

Часть I

Подготовка

Глава 1

О работе руководителя

Руководитель команды - организатор, вдохновитель, помощник и контролер. От него зависит не только содержание деятельности, но и атмосфера в команде.

Прежде всего, он должен позаботиться о рациональной организации выполнения турнирного задания. Каждый член команды заниматься решением всех задач не в состоянии, поэтому необходимо разделить задания между членами команды так, чтобы над каждой задачей работали два-три человека, у каждого участника было три-четыре задачи. В ходе работы происходит определенная дифференциация и в итоге у каждой задачи оказывается персональный "хозяин который и доводит ее выполнение до логического завершения-написания доклада. Он же является докладчиком, оппонентом, рецензентом по данной задаче. Первоначальное разделение по задачам целесообразно проводить на добровольной основе.

Несмотря на такое разделение труда, руководитель проводит регулярные семинары для всей команды (приблизительно один раз в неделю), на которых заслушиваются и совместно обсуждаются результаты работы. Такое обсуждение преследует несколько целей:

- осуществление постоянного ненавязчивого контроля за ходом работы;
- формирование у учащихся чувства единой команды, каждого к общему делу;
- отработка докладчиком своего выступления, умения говорить, отвечать на вопросы, дискутировать;

- апробация избранной версии решения задачи, проверка правильности исходных посылок, правдоподобности полученных результатов;
- генерирование новых идей, новых неожиданных предложений в процессе обсуждения.

Руководитель команды ведет данные семинары, поддерживает деловой характер обсуждения, за ним остается "последнее слово"в выборе направлений дальнейшей работы.

В промежутке между семинарами члены команды работают самостоятельно или малыми группами, обращаясь при необходимости к руководителю за консультацией, помощью (например, в поиске оборудования).

Непосредственно перед турниром, в течение нескольких дней проводятся "генеральные репетиции" - зачтение всех докладов, с использованием наглядных материалов, демонстраций и т.д.

В связи с тем, что задания турнира фактически являются темами исследований, зачастую по разделам физики, которые не изучаются в школьном курсе физики, актуальным является вопрос о научном руководителе команды. Во многих случаях самому руководителю команды требуется квалифицированная консультация того или иного специалиста.

К настоящему времени не существует однозначного мнения о функциях научного руководителя. На наш взгляд, к ним относятся:

1. Помощь ученикам в подборе литературы и ее изучении. (Очень часто приходится объяснять школьникам научный материал на более доступном языке).
2. Выдвижение некоторых исходных идей, объяснение физической сущности рассматриваемого явления.
3. Составление и корректировка плана работы над проблемой.
4. Обоснованное отклонение заведомо ложных идей, тупиковых путей решения задачи.
5. Помощь в разрешении математических трудностей теоретического описания.
6. Помощь в организации эксперимента, обработке результатов.
7. Помощь в компьютерном моделировании явления.

8. Оказание помощи в подготовке доклада: подавляющее большинство школьников не умеют подготовить свое выступление - построить логичную схему выступления, выделить его наиболее значимые моменты, сделать выводы.

9. Подготовка учащихся к оппонированию и рецензированию.

Глава 2

Подготовка команды

2.1 Введение

Всякий, кто впервые знакомится с заданиями турнира юных физиков и условиями его проведения, как правило, сталкивается с целым рядом трудноразрешимых вопросов: с чего начать работу, как лучше организовать коллективный поиск возможных решений, как подготовить доклад-выступление, что такое оппонирование, чем оно отличается от рецензирования и так далее.

Естественно, ни один вид творческой деятельности, а, на наш взгляд, подготовка и участие в турнирах относятся именно к этой! категории, не допускает строгой формализации, формулировки однозначных и универсальных принципов и методов работы. Тем не менее, мы предложим ряд возможных вариантов работы над турнирными задачами, которые, как мы надеемся, помогут начинающим быстрее освоиться с формальными сторонами этого дела и, как следствие, большую часть времени посвятить содержательной стороне проблемы, то есть физической сущности исследуемых явлений.

К предлагаемым вариантам следует относиться творчески, не воспринимать их как некую догму, как некоторые жесткие и обязательные рамки. Более того, следует помнить, что они идеальны в том же смысле, как идеален цикл Карно для тепловых машин: они указывают некий необходимый уровень, к которому следует стремиться, но который не всегда достижим. Если продолжить эту аналогию, то можно вспомнить, что тепловая машина, работающая по циклу Карно, имеет максимальный КПД, но совершает крайне малую работу.

Подготовка команды к участию в турнире включает работу над за-

данием и подготовку к выступлениям в качестве докладчика, оппонента и рецензента. Рассмотрим более обстоятельно содержание и характер деятельности членов команды в процессе подготовительной работы.

К основным этапам выполнения задания относятся:

- изучение литературы по теме задания;
- формулировка основных физических идей, разработка направлений исследования;
- проведение теоретических оценок, построение математической модели явления;
- постановка и проведение эксперимента;
- обработка результатов эксперимента;
- подготовка и оформление доклада.

Очевидно, что временная последовательность непосредственного выполнения этапов может не соответствовать приведенной выше. Как правило, в ходе работы приходится возвращаться к уже пройденным этапам, забегать вперед. Так, например, результаты эксперимента могут опровергать или не соответствовать теоретическим оценкам, что приводит к необходимости пересматривать последние; очень часто в ходе работы и даже по ее завершении возникают новые принципиальные идеи. Случается, что задуманный эксперимент неосуществим из-за отсутствия некоторых приборов, недостаточной точности измерений, невозможности устранить побочные факторы. Следовательно, в приведенной "линейной" последовательности (этап за этапом) обязательно возникнут "обратные связи попятные движения. Бояться этого не следует.

2.2 Работа с литературой

Ни одно задание турнира юных физиков не является абсолютно неизученным, абсолютно оригинальным. Поэтому полезно познакомиться с уже имеющимися материалами по этой теме. Не возможно перечислить всю имеющуюся научную и научно-популярную литературу подобной тематики. Приведем список книг, в которых, во-первых, рассмотрено значительное количество различных физических проблем и, во-вторых, имеются ссылки на другие литературные источники:

1. Дж. Уокер. Физический фейерверк. М.: Мир, 1989.

2. Кл. Э. Суорц. Необыкновенная физика обыкновенных явлений. В 2т. М.: Наука, 1986.

3. Энциклопедический словарь юного физика. М,:Педагогика,1991.

4. Физический энциклопедический словарь/Под ред. А,М.Прохорова, М.: Большая российская энциклопедия, 1995.

Весьма богаты и поэтому очень полезны статьи и обзоры, опубликованные в журналах 'Наука и жизнь', 'Знание-сила', 'Квант', 'Фокус' и др., однако поиск по журналам весьма затруднителен и требует значительных затрат времени.

При работе над заданиями могут потребоваться издания другого рода - учебники (в том числе ВУЗовскне) и справочники. Кроме того, целесообразно обращаться к специалистам в данной области. Если это действительно специалист, то в помощи он не откажет

Но самый доступный и богатый ресурс - это Internet. Можно с уверенностью сказать, что там есть ответы практически на любые вопросы, необходимо лишь научиться искать. Огромное количество серьезных ресурсов и странички энтузиастов помогут Вам составить полную картину изучаемого явления. Кроме того, при условии знания английского, можно получить консультации по исследуемой проблеме.

2.3 Формулировка основных идей

После того как уяснена суть задания, то есть, понята сущность физического явления, которое предстоит исследовать, необходимо "разложить задачу по полочкам": выяснить к какому классу данное явление относится (грубо говоря: механика, электричество, оптика...), какие элементарные физические явления играют роль, каким физическим законам они подчиняются, какие факторы являются основными, какими можно пренебречь, какие физические величины известны, какие подлежат измерению и т.д. Иными словами, необходимо, по возможности, четко сформулировать гипотезу, построить качественную модель явления.

Если никаких разумных гипотез, "версий" нет, то, при наличии возможности, следует начать с наблюдения заявлением, попытаться его воспроизвести с максимально возможным варьированием параметров. Если и в этом случае гипотезы не появляются, то следует на этом временно

прекратить работу, так как бесплановый поиск, механический перебор условий в исключительно редких случаях приводит к успеху.

Данный этап работы можно считать завершенным, когда составлен подробный план исследования: намечены основные детали теоретической математической модели (оговорены основные уравнения и законы их обосновывающие), разработаны цели и возможности экспериментальной проверки предполагаемого решения.

2.4 Постановка экспериментов

Обращение к эксперименту имеет место уже на этапе формулировки основных идей. Но там речь идет о качественном эксперименте (без измерений), цель которого наблюдать явление, попытаться понять его сущность. В данном же случае необходимо выполнить количественный эксперимент, предполагающий измерение конкретных физических величин Простейшие эксперименты такого типа - измерение каких-либо параметров, требуемых для решения задачи (по заказу "теоретиков"): измерить массу, плотность, электропроводность и т. д. В этом случае достаточно использовать стандартные приборы и методики

Наиболее сложный вид эксперимента - воспроизведение в лабораторных условиях исследуемого явления и его количественное изучение. В качестве наиболее общих рекомендаций можно назвать следующие:

1. Всякий эксперимент должен проводиться по плану;

2. Необходимо максимально упростить схему эксперимента: чем больше параметров приходится изменять и контролировать, чём больше побочных факторов учитывать, тем выше вероятность ошибки, тем выше погрешность, тем чаще появляются "штатив-эффекты";

3. Следует проводить изучение зависимостей, а не измерения "в отдельной точке ибо отсутствует гарантия того, что эта точка не является "особенной". Важно исследовать зависимость, варьируя только один из параметров, остальные, по возможности, сохранять неизменными;

4. Желательно стремиться применять максимально возможное количество различных методов. Если один и тот же результат получен принципиально различными методами, то надежность (и доверие к нему) многократно повышается;

5. Протокол измерений обязателен даже, если результаты кажутся абсурдными. Фиксируются все параметры установки и условия эксперимента, даже те, которые пока не нужны: в дальнейшем это может оказаться весьма существенным;

6. Не стоит отбрасывать те результаты, которые кажутся ошибочными;

7. Особо важно Результат любого измерения должен иметь правдоподобную оценку погрешности: без оценки погрешностей любой физический эксперимент имеет нулевую ценность. Единичные измерения не допустимы: всякий эксперимент должен обладать свойством воспроизводимости.

В связи с тем, что в распоряжении участников турниров не всегда имеются физические лаборатории, оборудованные по последнему слову науки и техники, при подготовке эксперимента, при его проведении необходимо проявить побольше выдумки, разнообразия, не отчаиваться, если не удается получить нужный результат. Скорее бывает наоборот, если эксперимент "с ходу"прошел успешно, то что-то в нем не так.

Полученные экспериментальные данные, следует сравнить с теоретическими оценками. Трудно ожидать, что получится стопроцентное соответствие. Поэтому необходима совместная работа с "теоретиком" (даже если "теоретик" и "экспериментатор" в одном лице) по сближению позиций. Если теоретические и экспериментальные результаты принципиально различны, то это свидетельствует о неправильности предложенной модели. В этом случае, к сожалению, работу нужно начинать сначала. Причем, при прочих равных условиях, предпочтение в праве на истину следует отдать экспериментальным данным.

Если теория и эксперимент качественно согласовываются, то следует проанализировать причины возможных различий. В качестве таковых можно выделить следующие:

- В теоретической модели не учтены некоторые побочные факторы, которые существенны в данном эксперименте (например, пренебрегли сопротивлением воздуха, теплоемкостью сосуда, электрическим сопротивлением амперметра и т.д.). Выход очевиден - уточнить теоретическую модель. Если возникающие при этом сложности непреодолимы, то достаточно оценить влияние этих факторов и показать, что именно они ответственны за наблюдаемые различия.

- В теоретической модели использованы не те численные значения параметров, которые реально присутствуют в эксперименте. К сожалению, не всегда быстро удается найти такое различие, поэтому следует просто перебрать все численные значения, использованные в расчетах.
- Точность экспериментальных данных не позволяет выявить особенностей, предсказываемых теорией. Если нет возможности повысить экспериментальную точность, то следует признать эксперимент неудачным.
- В ходе эксперимента не все параметры строго контролировались, один или некоторые из них могли изменяться, что и привело к наблюдаемым различиям.

В любом случае различие между теоретическими и экспериментальными результатами должно найти разумное объяснение.

2.5 Разработка математической модели

Построение математической модели сводится к переводу словесных рассуждений о физической сущности явления (как оно происходит, какими причинами обусловлено, к каким следствиям приводит или может привести) на язык математики. Иными словами, начинать следует не с уравнений, а с их физического смысла.

Первым этапом построения математической модели является выбор тех физических величин, которые адекватно описывают явление и подлежат определению. В физике такие величины описываются, как правило, в форме математических функций от параметров задачи.

Второй шаг построения модели: выбор уравнений, которым подчиняются искомые величины. В физике эти уравнения формулируются, как правило, на основании известных физических законов. В математической модели обязательно следует оговорить условия и рамки применимости записанных уравнений, так как большинство физических законов имеют строго определенную область применимости.

Следующий шаг построения модели - выбор параметров и основ их определения, так как все физические уравнения содержат различные параметры, которые либо известны, либо подлежат определению.

Заключительный этап - формулировка ряда дополнительных условий (начальных, граничных, ограничения на параметры), необходимых для однозначного решения уравнений.

В некотором смысле, законченная математическая модель подобна традиционной физической задаче (может быть типа "олимпиадной"): "Дано:..., используя уравнения..., найти...". Не следует сразу браться за решение полученных уравнений. Предпочтительно предварительно их проанализировать по следующим критериям:

- существует ли решение (например, совпадает ли число уравнений с числом неизвестных); все ли учтенные факторы одинаково значимы, или чем-то следует пренебречь (или наоборот, все ли учтено);
- известны ли численные значения всех параметров, входящих в уравнения;
- достаточно ли математических знаний для аналитического решения уравнений;
- есть ли возможность провести грубые оценки (по порядку величины) возможных эффектов.

Если на все эти вопросы имеются уверенные положительные ответы, цель достигнута. Осталось получить аналитическое решение уравнений и осмыслить результаты. Последнее, что необходимо сделать в этом случае, дать рекомендации экспериментаторам, предложить им схему эксперимента, предсказать его результат.

К сожалению, очень немногие задачи турнира допускают строгое аналитическое решение, тем более на школьном математическом уровне. В этом случае целесообразно рассмотреть более простые частные случаи, получить обоснованные численные оценки искомых величин, провести расчеты на компьютере и построить компьютерную модель явления.

Глава 3

Подготовка доклада

Турнирные задания весьма сильно различаются между собой: некоторые допускают достаточно строгое теоретическое описание и возможности экспериментальной проверки, другие носят исключительно теоретический характер, третьи - явно экспериментальные, четвертые - обзорные, построенные на изучении и обобщении литературных данных. Соответственно, рознятся и доклады.

Едиными требованиями к этим различным докладам являются: логичность построения, основное внимание полученным результатам, доступность и ясность изложения.

Любому автору очень хочется рассказать обо всех тонкостях, преодоленных сложностях, неудачных попытках, счастливых озарениях, с которыми он повстречался по ходу своей работы. Однако, время доклада ограничено, следовательно, необходимо "наступить себе на горло"и выявить самое важное, самое существенное в решении поставленной задачи и только это включить в доклад.

Если действительно интересные результаты не войдут в доклад, то их можно будет использовать в другом качестве: на научной конференции, в статье, в выступлении на уроке или факультативе, в приятной беседе, наконец.

За время выступления с докладом требуется наглядно и доступно для команд-соперников, для жюри, для зрителей изложить полученные результаты. Одним словесным методом этого достичь невозможно, поэтому следует подготовить наглядные материалы. Таковыми могут быть плакаты, пленки для кодоскопа, компьютерные презентации, а также фото-слайды, видеозаписи, бывают полезными демонстрационные эксперименты.

На слайдах (или пленках) может быть представлена следующая информация:

1. Название доклада. Краткая формулировка задания.
2. Список основной использованной литературы.
3. Уравнения, составляющие математическую модель явления.
4. Численные значения используемых параметров.
5. Теоретические результаты.
6. Схема экспериментальной установки.
7. Экспериментальные результаты и их сравнение с теоретическими.

При оформлении наглядного материала желательно представить себя на месте слушателя. Исходя из этого, следует подыскать размер букв и графиков. Необходимо подписать все рисунки, на схеме установки обозначить основные составные части, дать письменно пояснения всех символов (кроме общепринятых), входящих в уравнения.

Если в ходе выступления будут использоваться видеозаписи, то их следует тщательно подготовить и продумать характер и последовательность демонстрации. Не целесообразно демонстрировать на видеомагнитофоне стандартные приборы и стандартные общеизвестные методы эксперимента. Следует показать только то, что оригинально, необычно, красиво.

Может быть подготовлен некий раздаточный материал. В этом случае его готовят не только для членов жюри, но и обязательно для команд-соперников. Во время выступления нет необходимости в ссылках на эти материалы.

Любой доклад может быть украшен демонстрационным экспериментом. Но демонстрация оправдана, если она наглядна, неожиданна для присутствующих, достаточно проста и надежна, быстротечна.

Доклад типа Теория + Эксперимент. Задание такого рода является весьма благоприятной ситуацией для команды и докладчика. Для того, чтобы проделанная работа и полученные результаты принесли заслуженный успех, необходимо их украсить прекрасным докладом, общий план которого традиционен:

1. Постановка задачи.

2. Обзор литературных данных.
3. Построение модели явления.
4. Теоретическое описание.
5. Возможности экспериментальной проверки.
6. Описание экспериментальной установки.
7. Результаты экспериментов.
8. Сравнение теоретических и экспериментальных данных.
9. Выводы.

Доклад экспериментального характера. В том случае, когда нет возможности построить правдоподобную теоретическую модель по причине сложности уравнений, большого числа неизвестных и параметров задачи, можно подготовить прекрасный доклад, основывающийся на качественной модели, экспериментальных данных, грубых (или не очень грубых) теоретических оценках. В этом случае схема доклада может быть следующей:

1. Постановка задачи.
2. Обзор литературных данных.
3. Описание качественных экспериментов.
4. Построение качественной модели.
5. Возможности проведения количественных экспериментов.
6. Описание экспериментальной установки.
7. Результаты эксперимента.
8. Выводы.

Доклад реферативного характера. В перечне турнирных заданий встречаются и такие, для которых практически невозможно построить математическую модель, и абсолютно невозможно провести какие-либо экспериментальные исследования. Это, прежде всего, касается задач, связанных с процессами в больших пространственных масштабах (например, во Вселенной), на больших временных интервалах (например, связанных с историей Земли), с процессами в живых организмах (для их исследования требуются тонкие физические методы).

Единственный путь поиска решения таких проблем - изучение достаточно большого числа литературных источников как непосредственно по теме доклада, так и из смежных областей знания (астрономии, биологии, геологии и т.д.). При построении такого доклада могут возникнуть многочисленные варианты возможности выбора материала, подходов, стиля изложения, однако, при этом следует помнить, что пересказывание одного источника - это плагиат, двух -компиляция, трех - уже эрудиция.

Очень важно и высоко ценимо жюри умение найти и осуществить, пусть маленькое, может быть по частному вопросу, но собственное оригинальное исследование по заданной теме. В докладе этот факт следует обязательно выделить и неоднократно подчеркнуть.

План реферативно-обзорного доклада допускает многочисленные вариации, мы же предлагаем один из возможных вариантов.

1. Постановка задачи.
2. Обсуждение возможных гипотез.
3. Анализ следствий, допускающих проверку.
4. Выбор критерия правильности гипотез.
5. Анализ гипотез, теоретические оценки, перспективы дальнейших исследований.
6. Выводы.

Часть II

Выступление

Во время турнира предусмотрено три основных вида выступлений его участников: выступление докладчика, выступление оппонента и выступление рецензента. Кроме того, в рамках дискуссии каждый участник может задавать вопросы и высказывать свое мнение. Это тоже выступление и не менее сложное, чем вышеназванные.

Для большинства участников турнира выступление оказывается, чуть ли не самым трудным видом деятельности, поэтому к нему следует готовиться специально. Конечно, каждый вид выступления имеет свою специфику, но вместе с тем существуют правила, о которых желательно помнить каждому выступающему.

1. Необходимо составить план выступления.

2. Свое выступление лучше написать. Это не значит, что следует говорить, не отрывая глаз от "бумажки". Самостоятельное написание текста предполагает повторное продумывание выступления.

3. В связи с отсутствием опыта лектора полезно отрепетировать свое выступление. Можно установить временные рамки рассуждений по каждой смысловой позиции выступления и строго их придерживаться. Важно помнить, что лучший экспромт это тот, который заранее подготовлен.

Глава 4

Выступление с докладом

Подготовка докладчика к выступлению начинается уже на этапе построения доклада.

"Поднимаясь на трибуну неплохо, помимо текста выступления или его тезисов, плакатов, пленок, иметь также дополнительные материалы: более подробное изложение теоретических выкладок, результатов экспериментов, параметров установки и т.д. Может быть, они и не понадобятся, а может, очень помогут в ходе дискуссии при ответах на многочисленные вопросы. Кроме того, они придают уверенность. Эти материалы должны быть приведены в надлежащий порядок: в спешке, во взволнованном состоянии найти нужную цифру сложно и в идеально подготовленной папке, а не то, что среди разрозненных клочков и обрывков бумаги.

Подготовка к выступлению и характер его озвучивания в значительной мере зависят от того, какого типа доклад предстоит сделать команде. Памятуя о том, что каждый доклад - продукт творчества конкретных людей, мы, тем не менее, рискуем предложить возможные варианты построения выступлений в зависимости от типа доклада. Это ориентиры для тех, кто только вступает на путь турнирного движения.

4.1 Выступление с докладом комбинированного типа

Поприветствовав присутствующих (жюри, команды-соперницы, болельщиков), не следует в дальнейшем забывать о них, а постоянно помнить, что они не участвовали в вашей работе, слышат о ней впервые. Поэтому одно из основных требований к выступлению - доступность изложения

для присутствующих.

1. Постановка задачи (0,5 мин).

   Назвать задачу и, не повторяя дословно официального условия (это должен сделать ведущий), сформулировать собственное понимание проблемы и предмет исследования.

2. Обзор литературных данных (1-2 мин).

   Подробно не останавливаясь на всех источниках, которые вы использовали (основные можно привести на пленке, сразу за названием доклада), назовите того автора, позиция которого послужила отправной точкой вашего исследования и те источники (учебники, учебные пособия), которые помогли вам при теоретическом описании и при разработке методики эксперимента; справочники, из которых взяты необходимые численные значения; те труды, с которыми вы можете сравнить свои результаты.

   Этот раздел доклада позволяет блеснуть эрудицией, подчеркнуть сложность, стоявшей перед вами проблемы, ее значимость, указать, что достигнуто лично вами.

3. Построение модели явления (1-2 мин).

   Прежде чем переходить к изложению математической модели или экспериментальных результатов, следует изложить физическую сущность явления, (какое явление происходит, в чем его причины, каковы следствия, каковы условия протекания). Далее можно оговорить те внешние факторы, которые наиболее существенны при исследовании этого явления, а также те, которые препятствуют его наблюдению. На основании изложенного можно попытаться предсказать возможные последствия изменения тех или иных параметров.

   Если возможны некоторые альтернативные варианты объяснений, то следует указать возможные критерии выбора одного из них (как теоретические, так и экспериментальные).

4. Теоретическое описание (2-3 мин).

   В этом разделе доклада необходимо кратко изложить основные черты математической модели (физические величины, описывающие явления; исходные уравнения и их обоснование; ограничения и дополнительные условия). Уравнения следует показать на экране.

При этом нет необходимости их зачитывать и давать подробные пояснения каждому символу, достаточно ограничиться указаниями самых существенных величин и их обозначений (остальные должны быть приведены на экране). Далее следует указать, какие параметры известны, какие подлежат экспериментальному изменению, какие исчезнут в ходе решения. Обязательно следует привести численные значения используемых параметров.

В качестве обоснований уравнений можно просто привести ссылку на физический закон ("На основании закона всемирного тяготения.."), либо на литературный источник ("Таким-то исследователем получено уравнение, описывающее...").

Далее следует сформулировать и обосновать сделанные допущения и приближения ("При записи этого уравнения, мы пренебрегли вращением Земли"). Это в дальнейшем поможет обосновать возможные расхождения с экспериментальными результатами.

Следующий шаг - метод решения. Не следует подробно останавливаться на каждом шаге решения ("возведем в квадрат "выразим "подставим" и т.п.). Если вы записали уравнение (систему уравнений), методика решения которых известна, переходите сразу к результату ("Решив это уравнение, получим...").

Если же метод точного решения не известен, необходимо рассказать о том, как можно получить приближенные решения, оценки ("Если пренебречь тем-то и тем-то..., то получим..,"), В случае, когда решение получено с помощью компьютерных расчетов, необходимо остановиться на них подробнее, указать тот численный метод; который был использован, интервал разбиения и другие параметры, существенные для компьютерного моделирования.езультаты расчетов нагляднее представлять в виде графиков, диаграмм. Графики (как результаты решения) необходимо качественно объяснить, прежде всего те, которые имеют какие-либо особенности (экстремумы, разрывы и т.д.).

Завершением этой части доклада может быть вывод, построена и решена ли модель, насколько она соответствует реальности. Из этого должно логически следовать содержание выступления по следующему пункту плана.

5. Возможность экспериментальной проверки (0,5 мин).

   На основании полученных решений и их анализа указать, каким

образом (измеряя какую зависимость) можно подтвердить теоретическое описание, либо сделать выбор из нескольких возможных вариантов, Можно также оговорить требуемую точность измерений.

Эта часть доклада занимает незначительное время, однако весьма важна: она свидетельствует о целенаправленности предпринятых действий, доказывает, что эксперимент проводился не "на авось обосновывает примененную схему установки, логично связывает теоретическую и экспериментальную части доклада.

6. Схема экспериментальной установки или установок (0,5 мин).

   Фактически ранее была сформулирована конкретная цель экспериментов ("измерить такой-то параметр "исследовать зависимость..."), поэтому схема установки должна вытекать из поставленной задачи. Приводя схему установки на экране или с помощью видеотехники, необходимо показать основные ее части, не вдаваясь в подробности, назвать типы использованных приборов, указать ее наиболее существенные параметры: для данной задачи, способы их контроля, изменения и измерения.

   Если измерения интересующих величин проводились косвенно, то необходимо сказать какие величины измерялись прямо, и по каким расчетным формулам получены результаты косвенных измерений.

   Если в эксперименте использовали несколько установок, то более логично рассказывать о них последовательно. Изложив схему одного эксперимента, сразу доложить о полученных результатах, а затем уже переходить к другим экспериментам.

7. Результаты экспериментов (1 мин).

   Следует приводить лишь те данные, которые существенны для подтверждения сформулированной точки зрения, а не все полученные результаты: как правило, менее одного процента чисел, полученных в ходе экспериментов, попадает в доклады, статьи. Это не значит, что следует скрывать те результаты, которые опровергают построенную модель, ведь их могли получить и команды-соперницы.

   Лучшей формой представления результатов является графическая (в виде диаграмм, графиков), хотя не исключается и табличный способ. В любом случае должна быть указана погрешность результатов.

Не следует представлять в качестве экспериментальных данных те физические величины, которые не измерялись. Это не так сложно выявить, но "попавшись" на одной "циферке можно подорвать доверие ко всем своим результатам, ко всей проделанной работе.

8. Сравнение теоретических и экспериментальных данных (2-3мин).

   Это самый важный раздел: подводит итоги вашей работы. Соответствие (даже только качественное) свидетельствует о правильности ваших подходов. Данное вами аргументированное объяснение возможных различий свидетельствует о глубоком понимании изложенной проблемы. Если же вы провели несколько различных типов экспериментов, то обязательно следует сравнить их между собой по тем же критериям.

9. Выводы (0,5 мин).

   Всякое выступление должно завершаться выводами, в которых констатируется, получен ли окончательный результат, дается его четкая формулировка, называются возможные пути совершенствования и дальнейшей работы по теме.

4.2 Выступление с докладом экспериментального типа

Не повторяя того, что было сказано ранее, остановимся на отличиях этого варианта выступления от предыдущего.

3. Описание качественных экспериментов (3-4 мни).

   Если ознакомление с условием задачи и литературный поиск не позволили понять существа явления, которое предстоит изучать, то остается еще один неплохой способ начала работы - воспроизвести явление и добросовестно его наблюдать. В ходе наблюдений необходимо стремиться, по возможности, максимально варьировать условия, изменять параметры в широких пределах, отмечая все изменения в характере протекающих процессов

   Цель этих качественных максимально разнообразных экспериментов - построить качественную модель явления. В ходе наблюдений необходимо попытаться выявить закономерности, а затем дать

им объяснение, выяснить возможные причины того или иного исхода, уяснить элементарные физические процессы, определяющие характер явления

Ход изложения этих экспериментов в докладе может носить литературно-художественный характер с описанием ряда возможных гипотез, их подтверждений или опровержений. Можно даже избрать стиль детективного романа.

Во время выступления уместно провести (показать), несколько наиболее эффектных демонстраций, либо предложить посмотреть заготовленный видеоматериал. Содержание этого раздела должно обеспечить логичное обоснование содержания следующей части доклада.

4. Построение качественной модели (2-3 мин).

   Здесь необходимо сформулировать некоторую гипотезу, версию происходящих процессов, четко выявить возможные зависимости, допускающие экспериментальную проверку, предсказать их поведение ('возрастает', 'убывает', 'имеет максимум' и т.о.). Это послужит основой при обсуждении результатов эксперимента. Возможно, на этом этапе вы сможете провести некоторые (пусть грубые) теоретические оценки.

   Дальнейший ход доклада не отличается от приведенного ранее доклада А.

4.3 Выступление с докладом реферативного типа

Данный тип доклада значительно отличается от предыдущих, потому рассмотрим построение выступления в полном объеме.

1. Постановка задачи (0,5 мин.).

   Помимо названия доклада, краткого изложения условия необходимо сразу очертить круг рассматриваемых вопросов, сузить поле исследования, сформулировать и обосновать возможные направления поиска. Так как весь доклад построен главным образом на данных, почерпнутых из различных источников, то традиционный обзор литературы по теме может быть опущен, либо следует привести список публикаций, оказавших наибольшее влияние на ход работы.

2. Обсуждение возможных гипотез (2-3 мин).

   На основании литературных данных следует рассмотреть возможные альтернативные гипотезы, объясняющие изучаемое явление. Каждая из этих гипотез должна сопровождаться указанием на источник, кратким изложением ее сущности, данных, которые ее подтверждают; фактами, которые не находят объяснения в рамках данной гипотезы; формулировкой основных черт, которые отличают эту гипотезу от других. Если докладчик предлагает свою теорию, то ей нужно уделить максимальное внимание.

   При изложении темы доклада рассматриваемого типа следует охарактеризовать максимальный разброс мнений по рассматриваемой проблеме, отметая при этом те подходы, которые докладчик считает явно необоснованными или явно противоречащими имеющимся данным.

3. Анализ следствий, допускающих проверку (1-2 мин).

   Задача докладчика заключается не только в механическом перечислений имеющихся наблюдаемых фактов и теорий, но и в их критическом анализе, выборе наиболее достоверных и правдоподобных. С этой целью необходимо проанализировать следствия из рассмотренных гипотез, особенно те, которые принципиально отличаются в различных теориях. Дня поиска таких следствий полезно "совершить вылазки" в "соседние науки": может быть именно там, найдется критерий, позволяющий сделать однозначный выбор из имеющихся альтернатив.

4. Выбор критерия правильности гипотез (0,5 мин).

   Этот раздел выступления в определенной степени аналогичен рассмотренному ранее "Возможности экспериментальной проверки". Необходимо указать признаки (или признак), по которым гипотезу следует отбросить. Это сделать легче, чем найти критерий, позволяющий принять гипотезу однозначно. Если гипотезы принципиально различны по предпосылкам, но приводят к одинаковым следствиям, то невозможно отдать предпочтение ни одной из них. При этом, естественно, предполагается, что обе гипотезы основываются на установленных физических законах.

   В качестве критерия может быть выбрано количество наблюдаемых фактов, объясняемых данной теорией. Вели же некоторые

данные не нашли пока своего истолкования, то возможен критический анализ самих этих фактов (достоверны ли они, могут ли найти объяснение в будущем).

5. Анализ гипотез, теоретические оценки, перспективы дальнейших исследований (3-4 мин).

   После выбора критерия (или критериев), следует вернуться к анализу гипотез. Именно на этом этапе иногда появляется возможность оценки (может грубой) каких-то параметров. Необходимо "рассмотреть их правдоподобие. Если же не удалось выбрать одну из гипотез в качестве правдоподобной, или, наоборот, пришлось отвергнуть все, то желательно предложить возможные варианты дальнейших наблюдений, исследований, поиска недостающих данных.

6. Выводы (0.5 мин).

   В данной части доклада действия выступающих аналогичны действиям, совершаемым в предыдущих докладах.

Глава 5

Дискуссия между оппонентом и докладчиком

После завершения доклада выступающему задают вопросы, которые должны соответствовать теме доклада, быть краткими, четкими, вскрывающими основные положения доклада, требующими однозначного ответа, корректными и вежливыми по форме. Как правило, содержание вопросов отличается определенной повторяемостью. В связи с этим их можно предупредить во время подготовки доклада или парировать после выступления. Предлагаем перечень типичных вопросов по конкретным разделам доклада.

- Вопросы, касающиеся физического основания модели

  Выяснение основных факторов, влияющих на характер поведения рассматриваемых процессов. Выяснение, уточнение основных допущений и приближений, сделанных автором, их обоснованность.

- Вопросы по теоретической части доклада

  Обоснованность применения тех или иных уравнений, если они не очевидны. Уточнение численных параметров, способов их оценки, методов получения. Уточнение обоснованности приближений, сделанных по ходу решения. Выяснение методов решения, их единственности. Уточнение полученных результатов, качественное объяснение решения.

- Вопросы, связанные с компьютерными расчетами, компьютерным моделированием

Уточнение параметров модели, диапазона их изменения. Выяснение применяемого численного метода решения, его сходимости, устойчивости погрешности.

- Вопросы по экспериментальной части доклада

  Уточнение деталей экспериментальной установки, ее параметров. Уточнение методик измерения тех или иных физических величин. Выяснение способов учета или устранения побочных факторов. Уточнение оценок погрешностей результатов.

- Вопросы, связанные с основными выводами

  Уточнение объяснения результатов расчетов, эксперимента и их возможных расхождений. Уточнение согласия экспериментальных данных полученных различными методами.

Во время ответов на вопросы выступающему следует помнить о некоторых правилах поведения.

1. Не стесняйтесь повторить вопрос, уточнить его.
2. Никто не требует от вас мгновенного ответа, вы можете подумать, не забывая, что разумная верхняя граница ваших рассуждений - 30 секунд. Не бойтесь использовать свои дополнительные материалы.
3. Отвечайте кратко на поставленный вопрос.
4. Будьте искренни, не бойтесь отвечать "не знаю "это мы не оценивали" и т.д.: такой "мужественный" ответ выглядит приличнее, чем лукавые попытки уйти от ответа.
5. Защищайтесь, не боясь начать ответ со слов: "как было сказано (отмечено, подчеркнуто) в докладе...".
6. Если вам указали или вы сами увидели ошибку на слайде, на пленке (не та буква, символ), исправьтесь, извинитесь за ошибку.

После выступлений, как оппонента, так и рецензента докладчик отвечает на сделанные замечания.

Для аргументированного ответа необходимо уловить смысл сделанных замечаний. Следовательно, выступления соперников должны быть выслушаны предельно внимательно. Кроме того, не следует надеяться на свою память и письменно, для себя, фиксировать отмеченные недостатки. Ответное "слово" можно построить следующим образом:

1. Поблагодарить за сделанные замечания.

2. Выделить наиболее существенные замечания и дать им аргументированный и обоснованный ответ, частично согласиться с замечаниями, которые справедливы. В качестве меры защиты кратко пояснить, что помешало не допустить таких огрехов" в работе (недостаток оборудования, слишком серьезное усложнение модели и т.д.). Следует открыто признать свою неправоту и допущенную ошибку, постаравшись показать, что она не слишком повлияла на остальное содержание доклада.

3. Не перечисляя мелких и несущественных (придирчивых) замечаний, просто с ними согласиться, оговорив, что считаете их не слишком серьезными.

Глава 6

Выступление оппонента

Основная задача оппонента дать обоснованную и подкрепленную фактами оценку работы команды докладчика: выявить сильные и слабые стороны доклада, указать на замеченные недостатки и промахи в работе, показать возможные пути их устранения.

Оппонент должен стремиться не к тому, чтобы "завалить" команду докладчика, выявить побольше мелких недостатков и недоделок, а дать квалифицированную и мотивированную оценку работе докладчика.

Конечно, очень сложно подготовить пятиминутное выступление, выслушав десятиминутный доклад и задав несколько вопросов. Из этого очевидного положения следует: к оппонированию необходимо готовиться заранее, тем более, что доклад заказывает оппонент. Подготовка к оппонированию предполагает, во-первых, выбор проблемы, которая заслуживает самого пристального внимания: с ней оппонент столкнулся в ходе выполнения этого задания. Если она решена - будет возможность отметить успех команды-докладчика, если нет, то можно отметить это как недостаток. Иными словами, нужно выбрать наиболее существенные моменты решения задачи и именно на них сконцентрировать внимание в ходе дискуссии после выступления. Во-вторых, следует определить и заготовить дома форму фиксации своих замечаний (в виде вопросника, разграфленного бланка или в любом другом удобном виде) и по ходу доклада, а также в процессе дискуссии наполнить ее конкретным содержанием.

Очевидная опасность такой подготовки может проявиться в том случае, если предложенный доклад принципиально отличается от взгляда оппонента на проблему. В такой ситуации единственный разумный выход - импровизация.

Предлагаем свой вариант выступления команды-оппонента:

1. Поблагодарить команду за доклад и за ответы на вопросы.
2. Оценка модели и теоретических исследований, В этой части выступления необходимо охарактеризовать:
   - обоснованность сделанных предположений и допущений. Если какое-то из них вызывает возражения, указать и обосновать свое утверждение. Если возражений нет, следует открыто согласиться с предложенной моделью;
   - обоснованность уравнений и дополнительных условий. Если есть сомнения в применимости конкретных выражений (уравнения целиком, или какого-то его слагаемого и т.д.), указать на это конкретно и обоснованно;
   - достоверность численных параметров может быть оценена на основании собственных результатов, либо на основе здравого физического смысла;
   - правильность выбранного метода решения: справедливы ли сделанные в ходе решения упрощения и приближения, достаточно ли эффективен метод решения;
   - полноту представленных результатов: все ли зависимости, которые можно получить из данной модели, представлены и проанализированы (если, конечно, они понадобятся в дальнейшем).
3. Оценка эксперимента проводится по следующим признакам:
   - оригинальность предложенной схемы эксперимента (можно ли ее усовершенствовать, упростить, установку);
   - соответствие эксперимента предложенной теории (логично ли построение экспериментальной схемы, как она соотносится с изложенным теоретическим материалом);
   - учет посторонних, сопутствующих факторов (все ли такие значимые факторы учтены, нельзя ли их устранить, либо преуменьшить их влияние);
   - аргументированность оценки погрешности результатов (что вносит наибольший вклад в погрешность, нельзя ли повысить точность измерений);

- достоверность полученных результатов. Если есть сомнения в обоснованности полученных данных, необходимо высказать их. Если нет, желательно порадовать докладчика фразой: "Достоверность результатов сомнений не вызывает!";
- соответствие экспериментальных и теоретических данных (является ли такое соответствие удовлетворительным, удовлетворяет ли объяснение имеющихся различий).

4. Выводы: выполнена работа или нет (полностью или частично), мнение по поводу возможных улучшений работы.

В ходе оппонирования необходимо избегать общих фраз ("с теорией мы согласны "эксперимент нам понравился" и т.д.). Выступление должно быть предельно конкретным, не следует забывать, что оценивается представленный доклад, а не способность оппонента докладывать, собственное решение.

Предлагаемый вариант выступления оппонента соответствует схеме того доклада, который обозначен нами, как доклад А. Ознакомившись с этой схемой, можно самостоятельно подготовить подобные схемы оппонирования для других типов докладов.

Глава 7

Выступление рецензента

Задача рецензента во многом связана с задачей оппонента. Он также должен вникнуть в суть изложенного решения, обоснованно оценить его, но в его роли есть два существенных отличия. Во-первых, у него меньше времени (правда, он выступает после оппонента и может в своем выступлении сослаться на те части "речи" оппонента, с которыми он полностью согласен), во-вторых, он обязан оценить не только работу докладчика, но и работу оппонента. Исходя из этих целей, можно предложить следующую схему выступления команды-рецензента, которое готовится заранее.

1. Краткая оценка работы докладчика. В предельно сжатой форме оценить физическое содержание доклада. В качестве опорных точек оценки можно использовать избранные разделы плана выступления оппонента. В целях экономии времени не следует повторять то, что уже было сказано, достаточно выделить главные достижения и обоснованно отметить замеченные, но не отмеченные предыдущим выступающим, недостатки.

2. Оценка выступления докладчика. Характеризуется доступность и четкость изложения материала, логическая последовательность выступления, умение выделить главные идеи доклада. Оценивается качество иллюстративного материала, его необходимость и достаточность. Высказываются суждения о проведенном демонстрационном эксперименте, если он был продемонстрирован.

3. Оценка ответов на вопросы. Свидетельствуют ли ответы о свободном владении материалом, показывают ли добросовестность в вы-

полнении работы, являлись ли они четкими, краткими и по существу задаваемого вопроса.

4. Оценка команды-оппонента. Высказывается мнение по качеству заданных вопросов: затрагивали ли они основные пункты доклада или были мелкими я несущественными; отметил ли оппонент основные достоинства и недостатки работы, какие существенные просчеты и промахи не были отмечены им; разобрался или нет оппонент в содержании работы докладчика. Выводы. Справился или нет докладчик с поставленной задачей, справился или нет оппонент со своими обязанностями.

Часть III

История

Глава 8

История турнирного движения

8.1 1992-1999 годы

Республика Беларусь начала принимать систематическое участие в турнирном движении с 1991 года. После создания в 1990 году Лицея БГУ именно его команды на первом этапе ежегодно принимали участие в российских и международных ТЮФах. Так весной 1992 года команда Беларуси завоевала диплом III степени на Российском открытом первенстве.

В состав команды под руководством *Л. Г. Марковича* входили *М. Зайцев (капитан), С. Кацев, А. Бернштейн, М. Хусид, Д. Чигрин, А. Климович, Р. Лозников.*

Летом того же года напряженная работа данной команды увенчалась победой на V Международном ТЮФ.

В связи с ростом поклонников новой оригинальной формы внеклассной работы появилась необходимость в создании системы работы по проведению ТЮФов в масштабах республики. На базе Лицея БГУ и городского Дома учителя при поддержке министерства образования Республики Беларусь 27 февраля 1993 года в Минске торжественно открылся **I республиканский турнир юных физиков**, собравший пять команд (более 30 школьников) из Бреста, Минска, Могилева. Победителями I Республиканского ТЮФа стал команда 10-х классов Лицея БГУ, в состав которой входили *Н. Синицын (капитан), Л. Ефремова, А. Гусаков, А. Кушнер, В. Крутелев, А. Короткий, С. Исаков.* Руководитель команды *Л. Г. Маркович.*

II Республиканский турнир юных физиков прошел в марте 1994 г. в Минске. В нем приняли участие (в том числе и в качестве наблюдателей) восемь команд из Барановичей, Березино, Борисова, Гродно, Минска, Могилева. Победителями в упорной борьбе стала команда 11-х классов Лицея БГУ в составе: *Н. Синицын (капитан), Л. Ефремова, А. Гусаков, А. Кушнер, А. Сероглазов, М. Дерюга, В. Крутелев, А. Короткий.* Руководитель команды *Л. Г. Маркович.*

Эта же команда под руководством А.И.Слободянюка и Л.Г.Марковича представляла Республику Беларусь на VII международном ТЮФе в Голландии (г. Гронинген) в июне 1994 г. Победителями были признаны команды Чехии и России. Команда Беларуси завоевала диплом III степени.

III Республиканский ТЮФ прошел в феврале 1995 года в Минске и собрал восемь команд (более 40 школьников) из Гомеля, Гродно, Минска. В лекционных залах Дому учителя (сейчас в этом здании находится Лицей БГУ)разгорелись жаркие баталии по интересным задачам. Победителем III ТЮФа Беларуси стала команда 11-х классов Лицея БГУ. Впервые в истории национального первенства победила команда, которая готовилась без руководителя. В составе: *И. Варакса (капитан), П. Григелевич, Н. Крапивин, Ю. Матылицкий, А. Максименко, А. Витушко.*

Турнирное движение было поддержано Соросовской программой ISSEP на Беларуси, что позволило поднять уровень его проведения, обеспечить победителей и призеров разнообразными призами.

Согласно правилам турнира эта команда под руководством А. И. Слободянюка и Л. Г. Марковича представляла Республику Беларусь на VIII IYPT, который проходил в Польше (г. Спала). Победителем VIII IYPT стала команда Германии, которая проиграла в отборочных боях только однажды, сборной команде Беларуси. Команда Беларуси, занимая четвертую строчку турнирной таблицы, завоевала диплом III степени.

IV ТЮФ Беларуси проходил в г. Гомеле 3-6 марта 1996 года на базе средней школы №56. В нем приняли участие восемь команд (более 60 школьников) из различных городов Беларуси, причем три команды-новички - СШ №16 (Минск), СШ №165 (Минск), Гомельский Лицей №1. Впервые в истории республиканских ТЮФов победителями признаны сразу две команды, показавшие высокие и близкие результаты в финальном бою: команда Гомельского лицея №1 (*В. Пахомов - капитан, В. Макаренко, В. Дунаев, А. Зайцев, А. Зезюля, И. Щетинин*; руководители *Хаздан И. Б., Евменов В. В., Роднянский В. Б.*) и команда 11-х классов Лицея БГУ (*В. Жоховец - капитан, Н. Туровская, Р. Береза, М. Борздов, В. Бухаров*; руководитель *Маркович Л. Г.*).

Именно из членов этих двух команд была составлена национальная сборная Беларуси (руководители Л. Г. Маркович и И. Б. Хаздан) на IX IYPT, который проходил в июле 1996 года в Грузии (г. Цхалтубо). В этом турнире турнире участвовали тринадцать команд из десяти стран, а победителем стала команда Чехии. Белорусы получили похвальный отзыв в командном зачете, а лучший из них - Пахомов Василий - и в личном. Столь скромное выступление крепкой сборной объясняется недостаточным уровнем владения ее участников английским языком.

V Республиканский ТЮФ (3-7 марта 1997 г.) собрал в Бориове 12 команд из Барановичей, Гродно, Гомеля, Минска, Слуцка. Из четырех участников напряженного и зрелищного финала победителем стала команда 11-х классов Лицея БГУ (*А. Лихолап - капитан, С. Жуковский, А. Старовойтов, А. Гедранович, П. Шлопак*; руководитель команды - *Варакса И. Н.*).

После нарпяженных подготовительных сборов эта команда под руководством И. Н. Вараксы и Л. Г. Марковича отправилась в Чехию (г. Хеб) на X IYPT, где завоевала серебряные медали (диплом II степени), уступив в финале командам Чехии и Венгрии. Юбилейный международный турнир собрал пятнадцать команд из одиннадцати стран, причем впервые на турнире появилась команда Швеции.

VI РТЮФ проходил в Барановичах 15-19 февраля 1998 г. На турнир съехались четырнадцать команд (70 школьников) из Баранович, Борисова, Гомеля, Гродно, Минска. Победителем стала команда 10 классов Лицея БГУ (*И. Тимощенко - капитан, Д. Широкий, Д. Толстик, Ю. Бирченко, А. Лютич*; руководитель команды *Л. Г. Маркович*).

Впервые на турнире появилась и достаточно уверенно выступила команда девочек "Леди представленная Лицеем БГУ.

Решением оргкомитета на учебные сборы по подготовке к XI IYPT были приглашены две команды, из которых была сформирована команда Республики Беларусь (*Д. Миронов, А. Кочетков, И. Тимощенко, Д. Широкий, Ю. Бирченко.* Руководители команды *А. И. Слободянюк, Л. Г. Маркович*).

XI IYPT проходил в Германии (июнь 1998 г., г. Дунашинген). Среди традиционных участников из Центральной Европы и Азии на турнире впервые появились команды Австрии, Австралии и Мексики, высоко оценившие это интеллектуальное движение. В честной и бескомпромиссной борьбе команда Беларуси завоевала четвертое место в турнирной таблице (диплом III степени), пропустив вперед сборные Чехии, Венгрии и Польши. Победителем турнира стала команда Чехии.

VII РТЮФ проходил в г. Гродно в феврале 1999 г.. По признанию

участников этого турнира это был самый лучший турнир за все время проведения физбоёв в Беларуси. И действительно команды со всей Республики собрались неподалеку от г. Гродно, в пионерлагере Купалинка, расположенном на берегу Немана. Победителями турнира стали две команды 11-х классов Лицея БГУ. По результатам финала для участия в международном турнире была сформирована сборная (*Д. Широкий, И. Тимощенко, Д. Бирченко, Н. Медведь, А. Лютич.* Руководители команды *А. И. Слободянюк, Л. Г. Маркович*).

XII IYPT проводился в Австрии (май 1999, г. Вена). Наша команда традиционно заняла четвертую строчку турнирной таблицы и завоевала диплом третьей степени, пропустив вперед команды Австрии, Германии, Польши.

Таким образом, результаты турнирного движения в 90-х годах можно представить в виде таблицы 8.1.

Таблица 8.1: Результаты турнирного движения в 1992-1999 гг.

Год	**Победитель РТЮФ**	**Место на IYPT**	**Награды**
1992	Лицей БГУ 11кл.	1	Диплом I ст.
1993	Лицей БГУ 10кл.	10	-
1994	Лицей БГУ 11кл.	4	Диплом III ст.
1995	Лицей БГУ 11кл.	4	Диплом III ст.
1996	Лицей БГУ 11кл., СШ №56 (Гомель)	11	-
1997	Лицей БГУ 11кл.	3	Диплом II ст.
1998	Лицей БГУ 10кл.	4	Диплом III ст.
1999	Лицей БГУ 11кл.	4	Диплом III ст.

8.2 2000-2005 годы

К началу 2000 года турнирное движение в Беларуси превратилось в интеллектуальное соревнование с устоявшимися правилами и широким охватом учащихся по всей Республике. **VIII РТЮФ** проходил в г. Слуцке в феврале 2000 года. В финале победителями были признаны две команды: Лицей БГУ-11 и СШ 51-11. Причем команды набрали одинаковое количество баллов с точностью до сотых. По результатам финала

были отобраны кандидаты на участие в сборной команде Республики Беларусь. (От лицея БГУ в состав сборной вошли *А. Гляков, М. Нуднова*)

На данном этапе практика формирования сборных команд доказала свою необходимость. С каждым годом правила международного турнира все более жестко регламентировали недопустимость использования русского языка. И если раньше существовала возможность воспользоваться услугами переводчика, то с 2000 года это стало невозможным. Исходя их этого назрела необходимость проводить отбор участников команд победителей по знанию английского языка. XIII IYPT проходил в июле 2000 г. в Будапеште (Венгрия). Команда республики выступала достойно, однако подвели проблемы с английским и, что было впервые, ненормальный психологический климат в команде. Это было следствие того, что ребята до этого участвовавшие в соперничающих командах так и не научились за время сборов работать вместе.

IX и **X Республиканские турниры** прошли под знаком очевидного преимущества команд из СШ №51. Причем на X РТЮФ команда 11-х классов Лицея БГУ потерпела поражение в финале на своей же территории в здании Лицея БГУ. Сказалась усталость жюри и команд-участниц турнира от гегемонии Лицея БГУ на протяжении почти десяти лет. Ситуация требовала появления нового лидера, и им стала команда СШ №51 под руководством Сенюка М. А., которая достояно выступила на XIV и XV IYPT, завоевав бронзовые и серебряные медали в 2001 и 2002 годах соответственно.

XI РТЮФ прошел в Лицее №2 г.Минска в феврале 2003 года. Победителем турнира стала команда десятых классов Лицея БГУ под руководством Вараксы И.Н. Впервые отбор участников в сборную десятых классов Лицея БГУ осуществлялся по результатам устных тестов английского языка. (*Б. Рутман - капитан, А. Лобко, А. Кожемякин, И. Николаев, Д. Макатун*)

На XVI IYPT, проходившем с 1 по 10 июля 2003 года в г. Упсала (Швеция), команда Республики не имела проблем с английским языком и смогла достойно выступить, получив диплом III степени. Возможно, выступление могло бы быть более успешным, однако данный результат можно списать на достаточно юный возраст участников.

XII РТЮФ, к сожалению, стал первым турниром, проведенным без финансовой поддержки министерства образования Республики Беларусь. Всю тяжесть проведения турнира взяла на себя СШ №51 г.Минска, выделив помещения для проведения боев и работы организационного комитета. Несмотря на финансовые сложности к началу турнира собра-

лось двадцать пять команд, многие из которых, как например команда г. Барановичи, г. Логойска и др., приехали издалека. В финал турнира попали команды Лицея БГУ 11 кл., СШ №51 11кл., Лицей БГУ 10 кл. В напряженной борьбе победила команда СШ №51. Команда Лицея БГУ 11кл. заняла второе место.

После проведения финала основная интрига заключалась в том, кто же поедет на XVII IYPT в г. Брисбен (Австралия). В связи с отсутствием финансирования со стороны министерства образования было решено обратиться за спонсорской помощью. Участникам команды Лицея БГУ удалось получить финансирование. Неоценимую финансовую помощь оказало ЗАО "Белтехэкспорт которое выделило 9000USD команде Лицея БГУ для оплаты перелета до Австралии и обратно, а также на оформление австралийских виз. Для формирования сборной команды Республики Беларусь было решено составить сборную из участников команды Лицея БГУ и СШ №51. (*А. Глебов – капитан, О. Скоромник, Е. Усик, С. Шварков, Т. Змушко*)

Выступление нашей команды было одним из самых провальных за всю историю участия в IYPT. Команда Республики Беларусь заняла восемнадцатое место из двадцати шести возможных, хуже выступали только в 1996 году, когда команда Республики Беларусь заняла одиннадцатое место из тринадцати.

Сезон 2004-2005 годов был одним из самых лучших за всю историю турнирного движения в Республике Беларусь. По результатам **XIII Республиканского турнира юных физиков** победителем стала команда 11-х классов Лицея БГУ. Международные соревнования прошли в г. Винтертур (Швейцария), где команда Беларуси (*А. Глебов – капитан, Е. Соколов, И. Анищенко, В. Ермольчик, А. Петров*) смотрелась очень достойно и заняла второе место, уступив всего одну десятую балла команде Германии.

Такому удачному выступлению есть несколько причин: самая, пожалуй, важная, это приобретенный в прошлом сезоне опыт, так как капитаном команды второй год подряд остался Артем Глебов (из восемнадцати выступлений команды в Швейцарии на счету Артема десять, включая блестящий финальный доклад), вторая не менее важная причина заключается в том, что все участники команды обеспечили себе поступление в ВУЗ по результатам олимпиады абитуриент БГУ, что позволило сосредоточиться на подготовке к турниру.

Таким образом, если подвести итоги, то результаты турнирного движения в Республике Беларусь в XXI веке можно представить в виде таблицы 8.2.

Таблица 8.2: Результаты турнирного движения в 2000-2005 гг.

Год	**Победитель РТЮФ**	**Место на IYPT**	**Награды**
2000	Лицей БГУ 11кл., СШ №51 (Минск)	6	Диплом III ст.
2001	СШ №51 (Минск) 10 кл.	8	Диплом III ст.
2002	СШ №51 (Минск) 11 кл.	2	Диплом II ст.
2003	Лицей БГУ 10кл.	8	Диплом III ст.
2004	СШ №51 (Минск) 11 кл.	18	-
2005	Лицей БГУ 11кл.	2	Диплом II ст.
2006	СШ №51 (Минск) 10 кл.	8	Диплом III ст.

Глава 9

Задачи Международных турниров разных лет

9.1 Problems 1994, Gröningen, Netherlands

Think up a problem yourself (problems 1, 2, 3). Invent yourself and solve a problem on the given theme.

1. **Optics**

   Think up and solve a problem connected with employing a thin lens of a large focal length.

2. **Compass**

   "In sledge trips we use liquid compasses, the most exact of the small ones. But you understand of course that due to proximity to the magnetic pole the arrow usually points downwards. To make it horizontal, its opposite end is balanced with a weight". (From the letter of Cherry-Garrad, member of the last expedition of R. Scott.) Use the context of this quotation to formulate a problem.

3. **Magnetization**

   A cylindrical permanent magnet falling inside a copper tube is found to move at an almost constant velocity, the slower the thicker and the walls of the tube. Use this fact to formulate a problem (see also 14).

4, 5, 6. **Gravitation machine**.

   A horizontal plate (a vibrator) oscillates harmonically up and down. A steel ball put on the surface of the plate starts jumping higher or lower.

For the experimental device one may successfully use a ferrite core in a coil connected to an alternating current generator (a sound generator). The butt-end of the ferrite core will play the part of the vibrating horizontal plane. Steel balls of diameter 1 or 2 mm are suitable for the experiment. The glass tube approximately 1m long can also be very helpful.

4. *Upper boundary*

   Measure experimentally the maximum height to which the ball rises to and explain the result.

5. *Distribution function*

   Determine experimentally what part of a sufficiency large time interval the ball is in the range of heights H, H+ dH and explain the result.

6. *Acceleration*

   The mechanical energy of the ball changes after every impact. The mean mechanical energy (averaged overall successive impacts) increases at the beginning of the process and then tends to a constant value. Try to obtain experimentally the time dependence of the mean mechanical energy of the ball.

7. **Aspen leaf**

   Even in windless weather aspen leaves tremble slightly. Why does an aspen leaf tremble?

8. **Superball**

   A highly elastic ball (a superball) falls on a horizontal surface from a small height (4 cm or less) and recoils several times. What is the number of impacts of the superball against a table?

9. **Meteorite**

   A meteorite of mass 1000 tons files directly to the Sun. Can modern instruments register the fact of its fall on the Sun?

10. **Water dome**

    A vertical water jet falls on the butt-end of a cylindrical bar and creates a bell-like water dome. Explain this phenomenon and evaluate the parameters of the dome.

11. **Siphon**

    A rubber tube is used as a siphon to flow water from one vessel into another. The vessels are separated by a high partition and the levels of water in them are different. If one withdraws the tube from one vessel, lets the pole of air enter it and then puts the tube into the water again, the action of the siphon may be resumed or not. Investigate this phenomenon.

12. **Boiling**

    Put a metallic ball heated to the temperature $1500°C$ – $200°C$ into hot water at the temperature close to $1000°C$ and observe the process of intensive evaporation of the water. Explain the observed phenomenon.

13. **Spirits**

    A closed vessel (a bottle) contains spirits – pure or substantially diluted by water. Suggest a method of estimation of the concentration of spirits without opening the vessel.

14. **Magnetic friction**

    To investigate the phenomenon described in the problem 3 we suggest to create the device containing the following elements:

    a) copper plate (or a set of plates) 0.3 to 15 mm thick. The length and the width of the plate may be chosen according to one's convenience, but they should be large enough to avoid the effect of the boundaries;
    b) a cylindrical electromagnet with a flat butt-end;
    c) a device providing free motion of the flat butt-end of the electric magnet over the horizontal surface of the copper plate. It is very important that the gap between the magnet and the plate is small as possible and constant everywhere;
    d) the push providing the uniform motion of the magnet at a given velocity over the plate surface.

    Introduce the following notation: T – the push (and the force of magnetic friction), v – the velocity of the magnet, h – the thickness of the plate. Investigate and determine experimentally the dependence of T on h at $v = constant$ for several values of v.

15. **Transmission of energy**

    Transmit without wires to a distance of 3 meters the largest possible part of the energy stored in a capacitor having capacity of $C = 10\mu F$ charged to voltage $U = 100$ V. Measure this energy. Your device should not contain energy sources. Naturally the capacitor itself must not be transported.

16. **The Moon and the Sun**

    "If you are asked what is more important, The Sun or the Moon, you should answer the Moon. For the Sun shines in daytime when there is enough light without it", says a joke. When is it possible to see the Sun and the Moon at the same time? Calculate the schedule of the events for the European countries during 1994.

17. **Straw**

    The Russian proverb says "Had I known the place where I fell, I would have laid some straw there". How much straw should be laid to guarantee a safe fall?

9.2 Problems 1995, Spała, Poland

1. **Think up a problem yourself (paradox)**

   Try to puzzle your rivals by a paradoxical physical experiment.

2. **Boiling water**

   Some people say it is important to put a lid on the pot when you want to boil water for tea to save energy and time. Investigate this phenomenon and determine the energy and time saving.

3. **Drop**

   A drop of salted water drying on a smooth surface creates a system of rings. Investigate and explain this phenomenon.

4. **Gravitational spacecraft**

   A spacecraft (having a shape of a dumb-bell of variable length) can shift from the Earth orbit (300 km above the Earth surface) to the Moon orbit without the use of jets. Calculate the time taken by such a manoeuver.

5. **Sound**

   Transfer the electric energy stored in a capacitor of 0.1 mF charged to the voltage of 30 V into the energy of the sound, with the highest efficiency possible. No external energy sources are allowed. Determine the fraction of energy converted into sound in the discharge.

6. **Curtain**

   A light curtain (light scatters on dust particles) is used in some theatres. Suggest the design of a light curtain, which allows its effective action with the minimum power supplied for one meter of stage width?

7. **Three discs**

   Investigate collisions of three homogeneous, rigid discs which can move in a plane. At first two discs are at rest. The third disc:

   a) collides at exactly the same time with two other discs,
   b) collides at first with one of the discs.

8. **Carpet**

   When a carpet is rolled into a cylinder it sometimes unrolls by itself or with the help of a gentle push. Determine the factors on which the speed of the rolling carpet depends.

9. **Ice cream**

   Obtain super-cooled water in an experimental setup. By how many degrees below 0 C did you manage to super-cool it? What can be the record in this experiment? Determine the freezing point of water.

10. **Cathode–ray tube**

    While a well-known physicist A. First watched a football match by TV, another well-known physicist B.Second made a hole of diameter 0.001 mm in the cathode-ray tube. Did A. First manage to see the football match up to the end?

11. **Moon light**

    It is possible to set paper on fire using a lens and solar radiation. Could it be possible using lunar instead of solar light? If yes – invent an optimal optical system for such a purpose. If not – what should the Moon be like, for being this possible?

12. **Tinder box**

    When someone strikes two pieces of flint rock, sparks are created. Investigate and explain this phenomenon.

13. **Air lens**

    Lenses are usually made of solids and sometimes made of liquids. Construct an optical lens made of air in such a way that light can travel through the lens without crossing any material but air. Determine on which factors the focal length of an air lens depends.

14. **Frozen lake**

    The water surface of a lake is in winter exposed to cold air at a fixed temperature below zero. There is no wind. Determine the thickness of the ice layer as a function of time.

15. **Bottle**

    A plastic bottle of a capacity between 1 and 2 litres completely filled with water is "accidentally"dropped on the floor from the height H = 1 m. What maximum height can the spray reach and why? Determine the minimal height from which the bottle should be dropped to burst?

16. **Oscillation of plates**

    Water has been poured on a horizontal glass plate and a second glass plate placed on it. If the lower plate is oscillating in a horizontal plane, at certain amplitudes and frequencies, the upper plate begins to oscillate in vertical direction. Investigate and describe this phenomenon. Is there any difference when you use another liquid ?

17. **Epic Hero**

    An epic Russian hero Ilya Muromets had once thrown his mace weighing forty poods (1 pood = 16 kg) and in forty days this mace fell at the same place. Estimate the parameters of the throw of the hero.

9.3 Problems 1996, Kutaissi, Georgia

1. **Invent yourself**

   Invent and solve yourself a problem concerning the ozone holes.

2. **Paper cloth**

   Crumple arbitrarily a sheet of paper A4 in your hand. This clot can be approximated by a sphere. Making many of this clots and measuring their average diameters a histogram of distribution of diameters can be plotted. Try to explain the result obtained. Make more comprehensive investigation of the dependence of the average diameter of a clot on the parameters which you consider important.

3. **Cycle racing**

   According to the forecast of specialists two very strong and "absolutely identical" sportsmen had to show equal time in a highway race for 100 km. But, alas, one sportsman lagged behind. Later it was found out that some malefactor adjusted a nut of mass 5 g to the rim of the rear wheel of his bicycle. For what time is the victim?

4. **Self-formation of a pile**

   A horizontal rigid plate vibrates vertically at a frequency of the order of 100 Hz. A cone-shaped pile of fine dispersed powder (e.g. Licopodium or talc) which is heaped up on the plate remains stable at small amplitudes of the vibration. If the amplitude is increased the cone decays. Further increase of the amplitude yields a distribution confined by a sharp border and at still higher amplitudes a pile appears again. Investigate and explain this phenomenon.

5. **Auto oscillations**

   Produce and investigate auto oscillating system containing thermistor as a single non-linear element.

6. **Water generator**

   If some volume of water is frozen from one side, a potential difference appears across the ice-water frontier. Measure this potential difference and explain the phenomenon.

7. **Sun**

   In the centre of the Sun suddenly an extra quantity of energy is produced which is equal to the energy emitted by the Sun per year. How will the parameters of the Sun observed on the Earth change during one year?

8. **Surface information**

   Develop a method for transferring information by the waves on the surface of water. Investigate the angular characteristics of the emitter and the receiver (the antennas) which you constructed.

9. **Floor-polisher**

   A device stands on two identical disks lying flat on a horizontal surface. The disks can rotate in opposite directions at a given velocity. Investigate how the value of a force providing a uniform motion this device along a horizontal plane depends on the velocity of this motion and the velocity of rotation of these disks.

10. **Soap bubbles**

    Dip the ring of a children's toy for blowing out soap bubbles into a soap solution and blow on the film formed in the ring. At what velocity of the air flux blown into the ring will the bubbles form ? How must the velocity of the air flux be adjusted to produce the bubble of maximum size ?

11. **Candle**

    Some candles twinkle before dying out. Investigate and explain this phenomenon.

12. **Motor car**

    A car driven at constant power moves onto a wet section of a straight road. How will its speed change when the thickness of the water layer increases slightly and linearly with the distance?

13. **Grey light**

    Construct a source of light which would seem to be grey.

14. **Coherer**

    It is known that a glass tube with two electrodes and metallic filings between them (coherer) has different resistance in d.c. and a.c. circuits. Investigate the frequency dependence of the coherer's resistance.

15. **Salt water oscillator**

    A cup with a small hole in its bottom containing salt water is partially immersed in a big vessel with fresh water and fixed. Explain the mechanism of the observed periodical process and investigate the dependence of

its period on different parameters. To visualize the process, the water in the cup should be coloured.

16. **Hail**

    Explain the mechanism of hail formation and propose your own method to prevent the hailing.

17. **Gloves**

    Some people refuse to wear gloves in winter because they suppose to feel colder than without gloves. Others prefer to wear mittens instead. What is your opinion?

9.4 Problems 1997, Cheb, Czech Republic

1. **Invent yourself**

   Construct and demonstrate a device which moves in a definite direction under chaotic influence.

2. **Coin**

   From what height must a coin with heads up be dropped, so that the probability of landing with heads or tails up is equal?

3. **Paper**

   How does the tensile strength of paper depend on its humidity?

4. **Electron Beam**

   An electron beam is cast upon a planparallell plate of known homogenous material. Some of the electrons get through it, some do not. Try to simulate processes taking place, e.g. using Monte Carlo method and compare your results with the ones described in literature.

5. **Blue Blood**

   Human blood is known to be red, but the veins seem to be blue. Explain this phenomenon and illustrate it by a model.

6. **Magic Tube**

   A compressor blows air into Ranque-Hilsch T-shaped tube at a pressure of 0,5 Mpa or higher so that the air begins to circulate. In such a case hot air is coming out from one end of the tube and cold air from the

opposite one. Find out which end of the tube is the "hot" one and explain the difference of the temperatures obtained. Investigate the parameters this difference depends on.

7. **Water Jet**

   A water jet streaming vertically downwards from a tube is divided into drops at some distance from the tube. Choose the conditions under which the length of the unseparated jet is largest. What maximum length did you obtain?

8. **Floatation**

   A piece of chocolate, which is dropped into a glass of soda water, periodically sinks and goes back to the surface. Investigate the dependence of the period of these oscillations on various parameters.

9. **Jet-spread**

   A water jet falling onto a horizontal plane spreads out radially. At some distance from the center the thickness of the layer increases dramatically. Explain the phenomenon.

10. **Cooling the Earth**

    How would the temperature of the Earth change with time, if the Sun suddenly stopped radiating?

11. **Candle Generator**

    Construct a device for charging an electric capacitor ($1000\ \mu F/100\ V$) using the energy of a candle burning for a period of one minute.

12. **Static Friction**

    A force of motion friction is known to independent on the rubbing surface area of a body. How does the static friction depend on the rubbing surface area?

13. **Tea Cup**

    If one fills a cup with hot tea ($60°-80°C$), a thin layer of steam emerges above the surface. One can see that some parts of the steam layer disappear suddenly and reappear after a few seconds. Investigate and explain this phenomenon

14. **Rain**

    On a long-time exposure photograph of night rain taken in the light of a projector, the tracks of drops appear interrupted. Explain this phenomenon.

15. **Cell and Accumulator**

    How does the voltage-current characteristics of a cell and of an accumulator change during discharging?

16. **Roghe Spiral**

    The Roghe Spiral is a device where a source of current is connected to a vertically suspended spring, the lower end of which dipped mercury. Mercury is a highly dangerous chemical substance and thus the experiments with it are not permitted. Substitute the mercury with a less dangerous substance and investigate the functioning of this device.

17. **Leap**

    To make a leap it is necessary to squat. How does the height of a leap depend on the depth of the squat.

9.5 Problems 1998, Donaueschingen, Germany

1. **Invent yourself**

   Construct an aeroplane from a sheet of paper (A4, 80 g/m^2). Make it fly as far and/or as long as possible. Explain why it was impossible to reach a greater distance or a longer time.

2. **Popping body**

   A body is submerged in water. After release it will pop out of the water. How does the height of the pop above the water surface depend on the initial conditions (depth and other parameters)?

3. **Spinning disc**

   Investigate and explain the phenomenon of spinning annular disc as they progress down a straight, cylindrical rod. If the rod is moved upwards at a defined velocity, the disc spins at constant height. Investigate the mechanism.

4. **Water streams**

   A can with three holes in the side-wall at the same height slightly above the bottom is filled with water. The water will escape in three separate streams. By gently touching the streams with a finger they may unite. Investigate the conditions for this to happen.

5. **Water jet**

   If a vertical water jet falls down onto a horizontal plate, standing waves will develop on the surface of the jet. Investigate the dependence of this phenomenon on different parameters.

6. **Mount Everest**

   Can you see Mount Everest from Darjeeling?

7. **Air bubble**

   An air bubble rises in a water-filled, vertical tube with inner diameter 3 to 5 mm. How does the velocity of the rising bubble depend on its shape and size?

8. **Trick**

   It is known that a glass filled with water and covered with a sheet of paper may be turned upside down without any loss of water. Find the minimum amount of water to perform the trick successfully.

9. **Woven textiles**

   Look at a point-like light source through different woven textiles. Describe what you see. What is the explanation of the phenomenon?

10. **Repeated freezing**

    While a vessel filled with an aqueous solution of a volatile fluid, e.g., ammonia, ethanol or acetone, is being cooled, repeated freezing and melting may be observed near the surface. Describe and explain the phenomenon.

11. **Current system**

    In a Petri dish (shallow bowl), small metal balls, e.g., 2 mm in diameter, are immersed in a layer of castor oil. The inner rim of the dish contains an earthed metal ring. Above the centre of the dish there is a metal needle which does not touch the oil surface. Investigate what happens when the voltage between needle and earth is about 20 kV.

Warning: The high voltage should be obtained by means of a safe generator, e.g., an electrostatic generator!

12. **Powder conductivity**

    Measure and explain the conductivity of a mixture of metallic and dielectric powders with various proportions of the two components.

13. **Rope**

    How is it possible that a very long and strong rope can be produced from short fibers? Prepare a rope from fibers and investigate its tensile strength.

14. **Water rise**

    Immerse the end of a textile strip in water. How fast does the water rise in the strip and what height does it reach? In which way do these results depend on the properties of the textile?

15. **Luminescent sugar**

    Investigate and explain the light produced when sugar crystals are pulverized. Are there other substances with the same property?

16. **Strange motion**

    Make a mixture of ammonium nitrate and water, proportion 5 to 1. When the mixture is heated to about 100 °C it melts. When it cools, it crystallizes and you may observe a strange motion below the surface. Investigate and explain the phenomenon.

    Safety rules: Do not heat the ammonium nitrate without water, preferably use a water bath! Use protection glasses during the experiment!

17. **Icicles**

    Investigate and explain the formation of icicles.

9.6 Problems 1999, Vienna, Austria

1. **Rotation**

   A long rod, partially and vertically immersed in a liquid, rotates about its axis. For some liquids this causes an upward motion of the liquid on the rod and for others, a downward motion. Explain this phenomenon and determine the essential parameters on which it depends. Sketch of experimental setup (fig. 9.1)

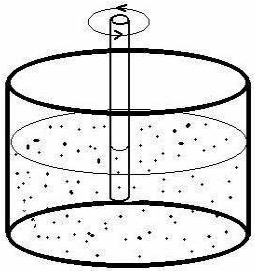

Рис. 9.1: Rotation

2. **Ionic motor**

   An electrolyte (an aqueous solution of $CuSO_4$, $NaCl$, ...) in a shallow tray is made to rotate in the field of a permanent magnet (a small "pill"placed under the tray). An electric field is applied from a 1.5 V battery in such a way that one electrode is in the form of a conducting ring immersed in the electrolyte - the other is a tip of a wire placed vertically in the centre of the ring. Study the phenomenon and find possible relationships between the variables. Sketch of experimental setup (fig. 9.2)

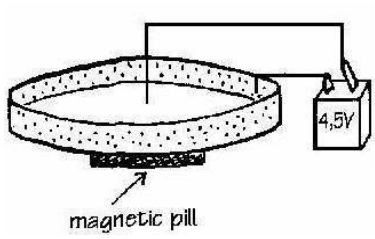

Рис. 9.2: Ionic motor

3. **Magic motor**

   Construct a DC motor without a commutator, using a battery, a permanent magnet and a coil. Explain how it functions. Sketch of experimental setup (fig. 9.3 and 9.4)

4. **Soap film**

   Explain the appearance and development of colours in a soap film, arranged in different geometrical ways.

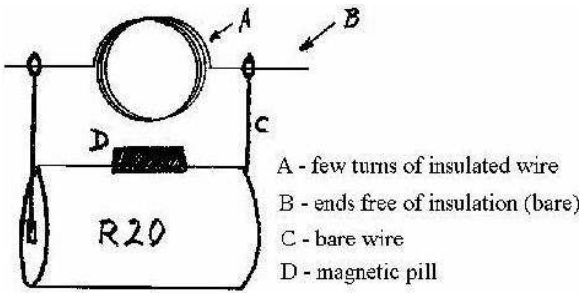

Рис. 9.3: Magic motor (Sketch)

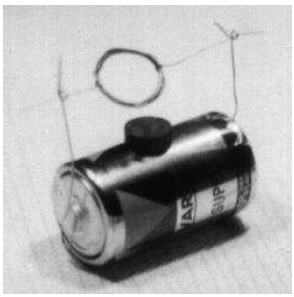

Рис. 9.4: Magic motor (Photo)

5. **Dropped paper**

   If a rectangular piece of paper is dropped from a height of a couple of meters, it will rotate around its long axis whilst sliding down at a certain angle. What parameters does the angle depend on?

6. **Singing glass**

   When rubbing the rim of a glass containing a liquid a note can be heard. The same happens if the glass is immersed in a liquid. How does the pitch of the note vary depending on different parameters?

7. **Heated needle**

   A needle is hanging on a thin wire. When approached by a magnet, the needle will be attracted. When heated, the needle will return to its original position. After a while the needle is attracted again. Investigate this phenomenon, describe the characteristics and determine the relevant parameters.

8. **Energy converter**

   A body of mass 1 kg falls from a height of 1 m. Convert as much as possible of the released potential energy into electrical energy and use that to charge a capacitor of 100 μF.

9. **Air dryer**

   During a time span of 4 minutes collect as much water as possible from the air in the room. The mass of the equipment must not exceed 1 kg. Its initial temperature should be equal to ambient (room) temperature. The water should be collected in a glass test tube, provided by the jury.

10. **Charged balloon**

    An air-filled balloon rubbed with wool or dry paper may stick to the ceiling and stay there. Investigate this phenomenon and measure the charge distribution on the surface of the balloon.

11. **Billiard**

    Before a pool-billiard game starts, 15 balls form an equilateral triangle on the table. Under what conditions will the impact of the white ball (16th ball) produce the largest disorder of the balls?

12. **Flour craters**

    If you drop a small object in flour, the impact will produce a surface structure which looks like a moon crater. What information about the object can be deduced from the crater?

13. **Gas flow**

    Measure the speed distribution of the gas flow in and around the flame of a candle. What conclusions can be drawn from the measurements?

14. **Wheat waves**

    The wind blowing through a wheat field creates waves. Describe the mechanism of the wave formation and discuss the parameters which determine the wavelength.

15. **Bright spots**

    Bright spots can be seen on dew drops if you look at them from different angles. Discuss this phenomenon in terms of the number of spots, their location and angle of observation.

16. **Liquid diode**

    Make an electrochemical diode and investigate its properties, in particular the frequency dependence.

17. **Sound from water**

    When you heat water in a kettle you hear a sound from the kettle before the water starts to boil. Investigate and explain this phenomenon.

9.7 Problems 2000, Budapest, Hungary

1. **Invent for yourself**

   Suggest a contact-free method for the measurement of the surface tension coefficient of water. Make an estimate of the accuracy of the method.

2. **Tuning fork**

   A tuning fork with resonant frequency of about 100 Hz is struck and held horizontally, so that its prongs oscillate up and down. A drop of water is placed on the surface of the upper prong. During the oscillation of the tuning fork standing waves appear on the surface of the drop and change with time. Explain the observed phenomena.

3. **Plasma**

   Investigate the electrical conductivity of the flame of a candle. Examine the influence of relevant parameters, in particular, the shape and polarity of the electrodes. The experiments should be carried out with a voltage not exceeding 150V.

4. **Splash of water**

   Measure the height reached by splashes of water when a spherical body is dropped into water. Find a relationship between the height of the splashes, the height from which the body is dropped, and other relevant parameters.

5. **Sparkling water**

   Bubbles in a glass of sparkling water adhere to the walls of the glass at different heights. Find a relationship between the average size of the bubbles and their height on the side of the glass.

6. **Transmission of signals**

   Using a bulb, construct the optimum transmitter of signals without any modulation of the light beam between transmitter and receiver. Investigate the parameters of your device. The quality of the device is defined by the product of the information rate (bits/sec) and the distance between transmitter and receiver.

7. **Merry-go-round**

   A small, light, ball is kept at the bottom of a glass filled with an aqueous solution and then set free. Select the properties of the solution, so that a moving up time of several seconds is achieved. How will this time change if you put your glass on the surface of a rotating disk?

8. **Freezing drop**

   Drops of melted lead or tin fall from some height into a deep vessel filled with water. Describe and explain the shape of the frozen drops as a function of height of fall.

9. **Radioactivity**

   Use efficient methods to collect as much radioactive material as you can in a room. Measure the half-life of the material you have collected.

10. **Liquid fingers**

    When a layer of hot salt solution lies above a layer of cold water, the interface between the two layers becomes unstable and a structure resembling fingers develops in the fluid. Investigate and explain this phenomenon.

11. **Throwing stone**

    A student wants to throw a stone so that it reaches the greatest distance possible. Find the optimum mass of the stone that should be used.

12. **Tearing paper**

    Tear a sheet of paper and investigate the path along which the paper tears.

13. **Rolling can**

    A can partially filled with water rolls down an inclined plane. Investigate its motion.

14. **Illumination**

    Two bulbs, 100 and 40 watts, respectively, illuminate a table tennis ball placed between them. Find the position of the ball, when both sides of the ball appear to be equally lit. Explain the result.

15. **Cooling water**

    Two identical open glasses, filled with hot and warm water, respectively, begin to cool under normal room conditions. Is it possible that the glass filled with hot water will ever reach a lower temperature than the glass filled with warm water? Make an experiment to investigate this and explain the result.

16. **Coloured sand**

    Allow a mixture of differently coloured, granular materials to trickle into a transparent, narrow container. The materials build up in distinct bands. Investigate and explain this phenomenon.

17. **A strange sound**

    Pour hot water into a cup containing some cappuccino or chocolate powder. Stir slightly. If you then knock the bottom of the cup with a teaspoon you will hear a sound of low pitch. Study how the pitch changes when you continue knocking. Explain the phenomenon.

9.8 Problems 2001, Espoo, Finland

1. **Electrostatic motor**

   Is it possible to create a motor which works by means of an electrostatic field? If yes, suggest how it may be constructed and estimate its parameters.

2. **Singing saw**

   Some people can play music on a handsaw. How do they get different pitches? Give a quantitative description of the phenomenon.

3. **Tuning dropper**

   Make the music resonator shown in fig. 3. Investigate the conditions that affect the pitch. Can you observe amplification of external sounds? If yes, how can you explain this?

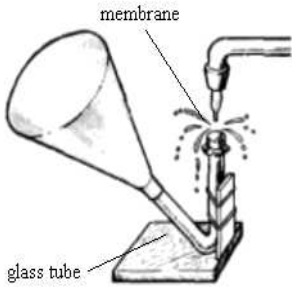

Рис. 9.5: Tuning dropper

4. **Dancing sand clock**

   Investigate the trickling of sand when a sand clock (egg-timer) is placed on a vibrating base.

5. **Rubber heat machine**

   Investigate the conversion of energy in the process of deformation of rubber. Construct a heat machine, which uses rubber as the working element and demonstrate how it works.

6. **Fractal diffraction**

   Produce, demonstrate and analyse diffraction pictures of fractal structures of different orders.

7. **Cracks**

   When drying a starch solution, you will see cracks forming. Investigate and explain this phenomenon.

8. **Speedometer**

   Two electrodes of different metal are immersed in an electrolyte solution. Investigate the dependence of the measured potential difference on the relative motion of electrodes and their shapes.

9. **Pouring out**

   Investigate how to empty a bottle filled with a liquid as fast as possible, without external technical devices.

10. **Water stream pump**

    Construct and demonstrate a water stream vacuum pump. What is your record value for the minimum pressure?

11. **Rolling balls**

    Place two equal balls in a horizontal, V-shaped channel, with the walls at 90 degrees to each other, and let the balls roll towards each other. Investigate and explain the motion of the balls after the collision. Make experiments with several different kinds of ball pairs and explain the results.

12. **Reaction**

    Make an aqueous solution of gelatine (10g gelatine in 90ml of water), heat it to 80 degrees C in a water bath and mix it with a solution of potassium iodide. Pour the solution in a test tube and cool it. Pour a solution of copper sulphate on the surface of the gel. Find a physical explanation to the observed phenomena.

13. **Membrane electrolyser**

    In an electrolyser, containing a membrane which completely divides the space between two inert electrodes, the pH-value of the diluted salt solution will change substantially after electrolysis. Investigate how this difference depends on the pore size of the membrane.

14. **Thread dropper**

    One end of a thread is immersed in a vessel filled with water. The other end hangs down outside without contact with the outer wall of the vessel. Under certain conditions, one can observe drops on that end of the thread. What are those conditions? Determine how the time of appearance of the first drop depends on relevant parameters.

15. **Bubbles in magnetic field**

    Observe the influence of an alternating magnetic field (50 or 60 Hz) on the kinetics of gas bubbles in a vessel filled with water. The bubbles can be generated by blowing air into the water.

16. **Adhesive tape**

    Investigate and explain the light produced, when adhesive tape is ripped from a smooth surface.

17. **Seiches**

    Seiching is a phenomenon shown by long and narrow deep lakes. Due to changes in atmospheric pressure, the water of the lake can start moving in such a way that its level at both ends of the lake makes periodic

motions, which are identical, but out of phase. Make a model that predicts the period of seiching (depending on appropriate parameters) and test its validity.

9.9 Problems 2002, Odessa, Ukraine

1. **Head engine**

   A tall glass cylinder is half-filled with hot water and topped up with cold water. A small ampoule, containing a few drops of ether or alcohol (and closed off by a rubber pipette cap), is then put in. Describe the phenomena occurring in the system. How does the motion of the ampoule change with time?

2. **Spider's web**

   A spider's thread looks like a string of pearls. What is the reason for this? Make experiments to investigate the relevant parameters.

3. **Flying colours**

   Why do flags flutter in the wind? Investigate experimentally the airflow pattern around a flag. Describe this behavior.

4. **Hazy**

   The colour of a distant forest appears not green, but hazy blue. What is the minimum distance at which this phenomenon is observed? How do weather conditions affect this? Is it possible that a forest can appear grey?

5. **Pond skater**

   It is known that unwettable small bodies can float on water due to the surface tension force. Construct a floating raft based on this principle and determine its static and dynamic parameters.

6. **Stop and start**

   Sometimes a flow of traffic can experience sudden stops and starts for no apparent reason. Build a physical model to explain why this occurs.

7. **Ohm's Law for a liquid**

   It is said that electric current "flows". Is this the only analogy between electric current and the flow of a liquid? Investigate theoretically and experimentally other analogies between these two.

8. **Charged sand**

   Fine, well-dried quartz sand is poured out of a short thin tube into a conical metallic vessel connected to an electrometer. Investigate the behavior of the sand stream as the vessel fills up. What changes if the stream is lit by a UV-lamp?

9. **Chromatography**

   Put a drop of coloured liquid on a piece of absorbent paper. Describe quantitatively the observed phenomena.

10. **Sound cart**

    Construct and demonstrate a device that can be propelled solely by sound. Investigate its properties.

11. **Equilibrium**

    Fill a glass with water up to the point where a convex meniscus is formed. Place a table tennis ball on the surface of the water. Investigate and explain the stability of its equilibrium. Repeat your experiment with other liquids.

12. **Electroconductivity**

    How can you measure the electroconductivity of salt solutions without using direct contact electrodes? Analyze the problem and demonstrate your device.

13. **Spinning ball**

    A steel ball of diameter 2-3 cm is put on a horizontal plate. Invent and construct a device, which allows you to spin the ball at high angular velocity around a vertical axis. The device should have no mechanical contact with the ball.

14. **Torn sail**

    Determine the dependence of the efficiency of a sail on its degree of perforation. What would be the effect of using a fishing net as a sail?

15. **Pulsating air bubble**

    Trap an air bubble of radius 1-2 cm under an inverted watch glass beneath a water surface. Introduce alcohol into the bubble through a thin tube, controlling and adjusting the rate of flow until the bubble pulsates rhythmically. Study the phenomenon and explain your observation.

16. **Elastic pendulum**

    Study and describe the behavior of a pendulum where the bob is connected to a spring or an elastic cord rather than to a stiff rod.

17. **Bottle battle**

    Take two opened glass bottles of cola and knock one against the other. After a short while, the cola spurts out of one of the bottles. Investigate and explain the phenomenon.

9.10 Problems 2003, Uppsala, Sweden

1. **Motion of a kite**

   On windy days one can see kites flying in the wind. Often, one-string kites move on a stable track, which looks like a number 8. Why does a kite move in such a way? Are there other stable tracks?

2. **Water drops**

   Investigate and explain the movement of raindrops on a window pane.

3. **Transparent film**

   If you cover printed text with a piece of transparent polyethylene film you can still easily read it. As you gradually lift up the film, the text becomes increasingly blurred and may even disappear. Study the properties of the film. On what parameters of the film is the phenomenon based?

4. **Bright spots**

   Blow a soap bubble and allow it to rest on a liquid surface or a glas plate. When illuminated by sunlight, bright spots can be observed on the bubble. Investigate and explain the phenomenon.

5. **Bubbles at an interface**

   Certain liquids can be layered one above the other with a sharp interface between them. If the surface tensions of the liquids are different, then an interesting phenomenon can be observed. Blow bubbles of different sizes into the lower liquid and observe their behaviour near the interface. Investigate and explain the phenomenon.

6. **Freezing soft drinks**

   On opening a container of cold soft (carbonated) drink the liquid inside sometimes freezes. Study the relevant parameters and explain the phenomenon.

7. **Oscillating box**

   Take a box and divide it into a number of small cells with low walls. Distribute some small steel balls between the cells. When the box is made to oscillate vertically, the balls occasionally jump from one cell to another. Depending on the frequency and the amplitude of the oscillation, the distribution of the balls can become stable or unstable. Study this effect and use a model to explain it.

8. **Heat engine**

   Construct a heat engine from a U-tube partially filled with water (or another liquid), where one arm of the tube is connected to a heated gas reservoir by a length of tubing, and the other arm is left open. Subsequently bringing the liquid out of equilibrium may cause it to oscillate. On what does the frequency of the oscillation depend? Determine the pV diagram of the working gas.

9. **Falling chimney**

   When a tall chimney falls it sometimes breaks into two parts before it hits the ground. Investigate and explain this.

10. **Tungsten lamp**

    The resistance of the tungsten filament in a light bulb shows a strong temperature dependence. Build and demonstrate a device based on this characteristic.

11. **Light scattering**

    Construct an optical device for measuring the concentration of non-soluble material in the 'viscous' properties of hens' eggs that have been boiled to different extents.

12. **Boiled egg**

    Construct a torsion viscometer. Use it to investigate and explain the difference in the 'viscous' properties of 'hens' eggs that have been boiled to different extends.

13. **Electro-osmosis**

    Develop a device that will drain wet sand, whit the aid of an electrical voltage but without significant heating.

14. **Rotating disk**

    Find the optimum way of throwing a 'frisbee' as far as possible. Explain your findings.

15. **Vortices**

    Make a box that has a hole in its front wall and a membrane as its back wall. Hitting the membrane creates a vortex that propagates out from the hole. Investigate the phenomenon and explain what happens when two vortices interact.

16. **Pot and ice**

    It is sometimes argued that to cool a pot effectively one should put ice above it. Estimate to what extend this is more effective than if the ice is put under the pot.

17. **Prometheus problem**

    Describe and demonstrate the physical mechanism, based on friction, which allowed our ancestors to make fire. Estimate the time needed to make fire in this way.

9.11 Problems 2004, Brisbane, Australia

1. **Misty**

   Invent and construct a device that would allow the size of a droplet of a mist to be determined using a sound generator.

2. **Stubborn Ice**

   Put a piece of ice (e.g. an ice cube) into a container filled with vegetable oil. Observe its motion and make a quantitative description of its dynamics.

3. **Electric Pendulum**

   Use a thread to suspend a ball between the plates of a capacitor. When the plates are charged the ball will start to oscillate. What does the period of the oscillations depend on?

4. **Dusty Blot**

   Describe and explain the dynamics of the pattern you observe when some dry dust (e.g. coffee powder of flour) is poured onto a water surface. Study the dependence of the observed phenomena on the relevant parameters.

5. **Sea-shell**

   When you put a sea-shell to your ear you can hear 'the sea'. Study the nature and the characteristics of the sound.

6. **Seebeck Effect**

   Two long metal strips are bent into the form of an arc and are joined at both ends. One end is then heated. What are the conditions under which a magnetic needle placed between the strips shows maximum deviation?

7. **Coin**

   Stand a coin on its edge upon a horizontal surface. Gently spin the coin and investigate the resulting motion as it settles.

8. **Pebble Skipping**

   It is possible to throw a flat pebble in such a way that it can bounce across a water surface. What conditions must be satisfied for this phenomenon to occur?

9. **Flow**

   Using a dc source, investigate how the resistance between two metallic wires dipped into flowing water (or water solution) depends upon the speed and direction of the flow.

10. **Two Chimneys**

    Two chimneys stand on a bow with one transparent side. Under each chimney there is a candle. A short period after the candles are lit one flame becomes unstable. Examine the case and present your own theory of what is happening.

11. **String Telephone**

    How do the intensity of sound transmitted along a string telephone, and the quality of communication between the transmitter and receiver, depend upon the distance, tension in the line and other parameters? Design an optimal system.

12. **Kundt's Tube**

    In a 'Kundt's Tube' type of experiment the standing waves produced can be made visible using a fine powder. A closer look at the experiment reveals that the regions of powder have a sub-structure. Investigate its nature.

13. **Egg White**

    White light appears red when it is transmitted through a slice of boiled egg white. Investigate and explain this phenomenon. Find other similar examples.

14. **Fountain**

    Construct a fountain with a 1m 'head of water'. Optimize the other parameters of the fountain to gain the maximum jet height by varying the parameters of the tube and by using different water solution.

15. **Brazil Nut Effect**

    When a granular mixture is shaken the larger particles may end up above the smaller ones. Investigate and explain this phenomenon. Under what conditions can the opposite distribution be obtained?

16. **Small Fields**

    Construct a device based upon a compass needle and use your device to measure the Earth's magnetic field.

17. **Didgeridoo**

    The 'didgeridoo' is a simple wind instrument traditionally made by the Australian aborigines from a hollowed-out log. It is, however, a remarkable instrument because of the wide variety of timbres that it produces. Investigate the nature of the sounds that can be produced and how they are formed.

9.12 Problems 2005, Winterthur, Switzerland

1. **Dragonfly**

   Propose a model of how a dragonfly flies. Investigate the major parameters and validate your model.

2. **The two balls problem**

   Two balls placed in contact on a tilted groove sometimes do not roll down. Explain the phenomenon and find the conditions, under which it occurs.

3. **Avalanche**

   Under what conditions may an avalanche occur? Investigate the phenomenon experimentally.

4. **Hydraulic jump**

   When a smooth column of water hits a horizontal plane, it flows out radially. At some radius, its height suddenly rises. Investigate the nature of the phenomenon. What happens if a liquid more viscous than water is used?

5. **Mirage**

   Create a mirage like a road or desert mirage in a laboratory and study its parameters.

6. **Noise**

   When a droplet of water or other liquid falls on a hot surface, it produces a sound. On what parameters does the sound depend?

7. **The bouncing plug**

   A bathtub or sink is filled with water. Remove the plug and place a plastic ball over the plughole. As the water drains the ball starts to oscillate. Investigate the phenomenon.

8. **Windcar**

   Construct a car which is propelled solely by wind energy. The car should be able to drive straight into the wind. Determine the efficiency of your car.

9. **Sound in the glass**

   Fill a glass with water. Put a tea-spoon of salt into the water and stir it. Explain the change of the sound produced by the clicking of the glass with the tea-spoon during the dissolving process.

10. **Flow rate**

    Combine powdered iron (iron fillings) with a vegetable oil. Connect two containers with plastic tubing and allow the mixture to drain through the tube. Develop an external mechanism to control the flow rate of the mixture.

11. **Water droplets**

    If a stream of water droplets is directed at a small angle to the surface of water in a container, droplets may bounce off the surface and roll across it before merging with the body of water. In some cases the droplets rest on the surface for a significant length of time. They can even sink before merging. Investigate the phenomenon.

12. **Ball spin**

    Spin can be used to alter the flight path of balls in sport. Investigate the motion of a spinning ball, for example a table-tennis or tennis ball, in order to determine the effect of the relevant parameters.

13. **Hard starch**

    A mixture of starch (e.g. cornflour or cornstarch) and a little water has some interesting properties. Investigate how its viscosity changes when stirred and account for this effect. Do any other common substances demonstrate this effect?

14. **Einstein - de Haas Experiment**

    When you apply a vertical magnetic field to a metallic cylinder suspended by a string it begins to rotate. Study this phenomenon.

15. **Optical tunneling**

    Take two glass prisms separated by a small gap. Investigate under what conditions light incident at angles greater than the critical angle is not totally internally reflected.

16. **Obstacle in a funnel**

    Granular material is flowing out of a vessel through a funnel. Investigate if it is possible to increase the outflow by putting an obstacle above the outlet pipe?

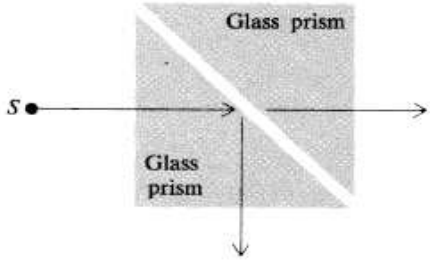

Рис. 9.6: Optical tunneling

17. **Ocean 'Solaris'**

    A transparent vessel is half-filled with saturated salt solution and then fresh water is added with caution. A distinct boundary between these liquids is formed. Investigate its behavior if the lower liquid is heated.

9.13 Problems 2006, Bratislava, Slovakia

1. **Froth**

   Investigate the nature of the decay in height of the 'froth' or 'foam' on a liquid. Under what conditions does the froth remain for the longest time?

2. **Shades**

   If small non-transparent objects are illuminated with light, patterns in the shadows are observed. What information can be obtained about these objects using these patterns?

3. **Duck's cone**

   If one looks at the wave pattern produced by a duck paddling across a pond, this reminds one of Mach's cone. On what parameters does the pattern depend?

4. **Whispering Gallery**

   The Whispering Gallery at St Paul's Cathedral in London, for example, is famous for the fact that the construction of the circular gallery makes a whisper against its walls on one side of the gallery audible on the opposite side of the gallery. Investigate this phenomenon.

5. **Probability**

   A coin is held above a horizontal surface. What initial conditions will ensure equal probability of heads and tails when the coin is dropped and has come to rest?

6. **Wet cleaning**

   A wet rag is hard to drag when it is spread out and pulled across the floor. What does the resistive force depend on?

7. **Airglider**

   A paper sheet is on a table. If one blows along the table the sheet begins to glide over it. Determine the flight characteristics of the paper.

8. **Electrostatics**

   Propose and make a device for measuring the charge density on a plastic ruler after it has been rubbed with a cloth.

9. **Sound and foam**

   Investigate the propagation of sound in foam.

10. **Inverted pendulum**

    It is possible to stabilise an inverted pendulum. It is even possible to stabilise an inverted multiple pendulum (one pendulum on top of the other). Demonstrate the stabilisation and determine on which parameters this depends.

11. **Singing tube**

    A tube open at both ends is mounted vertically. Use a flame to generate sound from the tube. Investigate the phenomenon.

12. **Rolling magnets**

    Investigate the motion of a magnet as it rolls down an inclined plane.

13. **Sound**

    Measure the speed of sound in liquids using light.

14. **Cellular materials**

    Investigate the behaviour of a stream of fluid when it strikes the surface of a sponge-like material.

15. **Heat and temperature**

    A tube passes steam from a container of boiling water into a saturated aqueous salt solution. Can it be heated by the steam to a temperature greater than 100°C? Investigate the phenomenon.

16. **Hardness**

    A steel ball falls onto a horizontal surface. If one places a sheet of paper onto the surface with a sheetn of carbon paper on top of it, a round trace will be produced after the impact. Propose a hardness scale based on this method.

17. **Magnetohydrodynamics**

    A shallow vessel contains a liquid. When an electric and magnetic field are applied, the liquid can start moving. Investigate this phenomenon and suggest a practical application.

9.14 Problems 2007, Seoul, Korea

1. **Filament**

   There is a significant current surge when a filament lamp is first switched on. Propose a theoretical model and investigate it experimentally.

2. **Slinky**

   Suspend a Slinky vertically and let it fall freely. Investigate the characteristics of the Slinky's free-fall motion.

3. **Water jets**

   What can be observed when two water jets collide at different angles?

4. **Spring thread**

   Pull a thread through the button holes as shown in the picture. The button can be put into rotating motion by pulling the thread. One can feel some elasticity of the thread. Explain the elastic properties of such a system.

5. **Razor Blade**

   A razor blade is placed gently on a water surface. A charged body brought near the razor makes it move away. Describe the motion of the razor if an external electric field is applied.

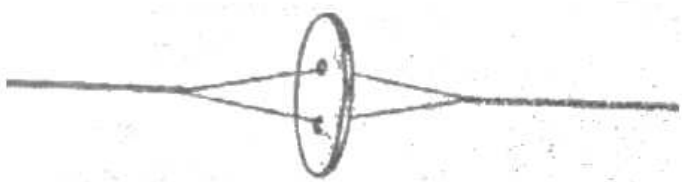

Рис. 9.7: Spring thread

6. **Rheology**

   It has been said that if you are sinking in soft mud, you should not move vigourously to try to get out. Make a model of the phenomenon and study its properties.

7. **Crickets**

   Some insects, such as crickets, produce a rather impressive sound by rubbing together two parts of their body. Investigate this phenomenon. Build a device producing a sound in a similar way.

8. **Condensation**

   Water droplets form on a glass filled with cold water. Explain the phenomenon and investigate the parameters that determine the size and number of droplets on the glass.

9. **Ink Droplet**

   Place a droplet of ball pen ink on a water surface. The droplet begins to move. Explain the phenomenon.

10. **Steam Boat**

    A boat can be propelled by means of a candle and metal tubing with two open ends (an example is shown in the picture). Explain how such a boat is propelled and optimize your design for maximum velocity.

11. **Water Ski**

    What is the minimum speed needed to pull an object attached to a rope over a water surface so that is does not sink. Investigate the relevant parameters experimentally and theoretically.

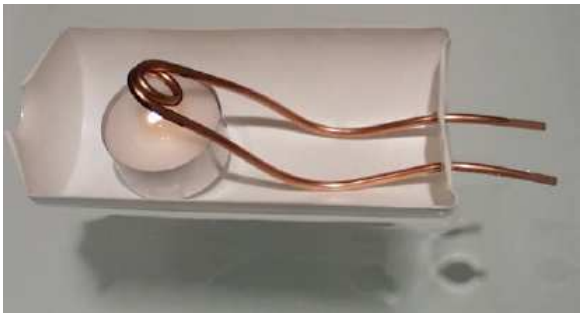

Рис. 9.8: Steam boat

12. **Fluid lens**

    Develop a fluid lens system with adjustable focus. Investigate the quality and possible applications of your system.

13. **Balloon**

    Measure the change of the optical properties of the skin of a balloon during its inflation.

14. **Earthquake**

    Suggest a mechanism that makes buildings resistant to earthquakes. Perform experiments and explain the results.

15. **Blowpipe**

    Investigate the motion of a projectile inside a blowpipe. Determine the conditions for maximum exit velocity when blown by mouth.

16. **Water Cascade**

    Arrange a corrugated drainage pipe, or similar, on an incline. Allow water to flow through the pipe and then carefully stop the flow. Investigate the behaviour of the system when water is dropped into the pipe.

17. **Ice Bulge**

    Fill a plastic tray with water. When frozen, under certain conditions, a bulge can appear on the surface. Investigate this phenomenon.

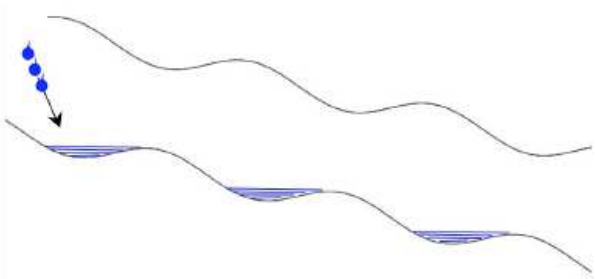

Рис. 9.9: Water Cascade

Глава 10

Задачи Республиканских турниров разных лет

10.1 Задачи 1993 г.

1. **Придумай сам**

   Составьте такую задачу, где по условию некоторый объект изначально движется, а затем в результате какого-то воздействия резко меняет состояние движения. В результате требуется объяснить интересное явление либо что-либо вычислить и экспериментально подтвердить. Решите эту задачу самостоятельно.

2. **Гравитация**

   Представьте, что гравитационная постоянная G уменьшилась на 10% за период времени с 1 апреля по 1 мая 1993 года. Какое воздействие окажет этот процесс в течение указанного периода, а также до открытия VI Международного турнира юных физиков на вселенную в целом и, в частности, на Землю?

3. **Домино**

   Костяшки домино расставлены вертикально на небольшом расстоянии друг от друга по поверхности стола. Если "уронить" первую костяшку на вторую, то волна "падений" пробежит по всему ряду. Рассчитайте и экспериментально определите скорость движения такой "волны падений".

4. **Энергопередача**

   В Вашем распоряжении конденсатор $C = 1000\ \mu F$, заряженный до напряжения 300 В. Передайте без помощи проводов на расстояние 5 м как можно большую часть энергии заряженного конденсатора и измерьте ее. Ваши приспособления не должны содержать источников энергии.

5. **Сверхвысокочастотная печь**

   Почему не рекомендуется варить в сверхвысокочастотной печи целые яйца в скорлупе?

10.2 Задачи 1997 г.

1. **Изобрети сам**

   Сконструируйте и продемонстрируйте устройство, которое движется в определенном направлении под действием какого-либо хаотического влияния.

2. **Монета**

   Монета, лежащая решкой, без толчка сбрасывается с края горизонтальной поверхности. На какой высоте "орел" или "решка" имеют одинаковую вероятность выпадения?

3. **Бумага**

   Как предел прочности бумаги зависит от ее влажности?

4. **Электронный пучок**

   Электронный пучок падает на плоско-параллельную пластину однородного материала. Некоторые из электронов проходят сквозь неё. Попытайтесь промоделировать происходящие процессы, используя метод Монте-Карло и сравните полученные данные с литературой.

5. **Голубая кровь**

   Человеческая кровь, как известно, красная, однако вены кажутся синими. Объясните явление и проиллюстрируйте ваше объяснение моделью.

6. **Водяная струя**

   Струя воды падает из трубки вертикально вниз и разделяется на капли на некотором расстоянии от нее. Добейтесь максимальной длины неразделенной части струи. Какую максимальную длину вам удалось получить и при каких условиях это произошло?

7. **Флотация**

   Кусочек шоколада, брошенный в стакан с газированной водой, периодически тонет и всплывает на поверхность. Исследуйте зависимость периода этих колебаний от различных параметров.

8. **Струя и расширение**

   Струя воды падает на горизонтальную плоскость и распространяется дальше радиально. На некотором расстоянии от центра толщина резко увеличивается. Объясните это явление.

9. **Свеча-генератор**

   Сконструируйте устройство для зарядки электрического конденсатора с использованием энергии только горящей свечи. Зарядите конденсатор (100мкФ/100В), используя свечу, горящую в течение одной минуты.

10. **Статическое трение**

    Как известно, трение скольжения не зависит от площади поверхности соприкосновения предмета и поверхности. Что Вы можете сказать о зависимости максимальной силы трения покоя от указанной площади?

11. **Дождь**

    На фотографии ночного дождя, сделанной методом длительной экспозиции в лучах прожектора, следы капель кажутся прерывистыми. Объясните это явление.

12. **Спираль Роже**

    Спираль Роже представляет собой устройство, в котором источник тока соединен с вертикально подвешенной пружиной, нижний конец которой касается поверхности ртути. Учитывая, что работа со ртутью опасна и запрещена, исследуйте поведение этого устройства, заменив ртуть чем-нибудь другим.

10.3 Задачи 2005 г.

1. **Два шара**

   Два шара, помещенные в наклонный желоб и касающиеся друг друга, иногда не скатываются вниз. Объясните явление и найдите условия его осуществления.

2. **Лавина**

   При каких условиях может сойти лавина? Исследуйте данное явление экспериментально.

3. **Гидравлический прыжок**

   Ровная вертикальная струя воды при попадании на горизонтальную поверхность растекается по ней радиально. При некотором значении радиуса растекающейся струи наблюдается резкое увеличение высоты уровня воды на поверхности. Исследуйте природу этого явления. Что произойдет при использовании жидкости с большей чем у воды вязкостью?

4. **Мираж**

   Создайте в лаборатории мираж подобный тому, что можно наблюдать на дороге или в пустыне и исследуйте его параметры.

5. **Живая пробка**

   Наполните ванну или раковину водой. Достаньте пробку и поместите пластиковый шарик над сливным отверстием. Со временем при вытекании воды шарик начнет колебаться. Исследуйте явление.

6. **Ветряной автомобиль**

   Сконструируйте автомобиль, движимый исключительно энергией ветра. Ваш автомобиль должен двигаться строго против ветра. Определите КПД вашего автомобиля.

7. **Интенсивность потока**

   Приготовьте смесь железного порошка (железных опилок) и растительного масла. Соедините два контейнера пластиковой трубкой и позвольте смеси течь через нее. Создайте внешнее устройство для контроля интенсивности потока смеси.

8. **Вращение мяча**

   Вращение может использоваться для изменения траектории полета мячей в спорте. Исследуйте движение вращающегося мяча, например, для настольного или большого тенниса, и определите влияние на него существенных параметров.

9. **Опыт Эйнштейна - де Гааза**

   Если приложить вертикальное магнитное поле к металлическому цилиндру, подвешенному на нити, то он начнет вращаться. Изучите это явление.

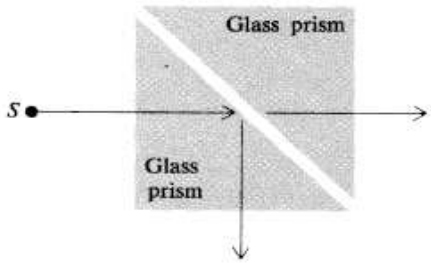

Рис. 10.1: Оптический туннельный эффект

10. **Оптический туннельный эффект**

    Возьмите две стеклянные призмы, разделенные маленьким промежутком. Исследуйте, при каких условиях свет, падающий под углом больше критического, не будет полностью отражен внутри призм (см. рис 10.1).

11. **Препятствие в трубе**

    Сыпучий материал "вытекает" из сосуда наружу через воронку. Исследуйте, возможно ли увеличение выходного потока сыпучего материала посредством помещения "препятствия"над выходным отверстием.

12. **Океан "Солярис"**

    В прозрачный сосуд, наполовину заполненный насыщенным солевым раствором, аккуратно добавляют пресную воду. При этом образуется четкая граница раздела между жидкостями. Исследуйте поведение границы раздела при нагревании нижней жидкости.

10.4 Зачачи 2006 г.

1. **Пена**

   Исследуйте природу процессов распада и понижения уровня пены или пузырьков на жидкости. При каких условиях пена будет сохраняться наибольшее время?

2. **Утиный конус**

   Если посмотреть на волновую картину, производимую плывущей уткой в пруду, то можно заметить, что она напоминает конус Маха. От каких параметров зависят параметры этой картины?

3. **Шепчущие галереи**

   Шепчущие галереи (например, Собор Святого Павла в Лондоне) известны тем, что благодаря их круговой конструкции, шепот, производимый напротив стены с одной стороны такой галереи, отлично слышен с ее другой стороны. Исследуйте это явление.

4. **Влажная уборка**

   Развернутую мокрую тряпку очень тяжело тащить по полу. От чего зависит сила сопротивления, действующая при этом на тряпку?

5. **Воздушный планер**

   Лист бумаги лежит на столе. Если подуть вдоль стола, то лист начинает планировать (скользить) над ним. Определите летные характеристики листа бумаги.

6. **Звук и пена**

   Исследуйте процесс распространения звука в пене.

7. **Поющая труба**

   Труба, открытая с обоих концов, установлена вертикально. Используя пламя, добейтесь эффекта генерации звука трубой. Исследуйте данное явление.

8. **Звук**

   Измерьте скорость звука в различных жидкостях при помощи света.

9. **Клеточные материалы**

   Исследуйте поведение потока жидкости, падающего на поверхность губки или подобного материала.

10. **Теплота и температура**

    Пар из сосуда с кипящей водой по трубке попадает в сосуд с насыщенным соляным раствором. Можно ли таким способом нагреть сосуд с раствором до температуры большей ? Исследуйте данное явление.

11. **Твердость**

    Стальной шарик падает на горизонтальную поверхность. Если положить на поверхность лист бумаги и лист копирки, сложенные вместе, то на бумаге после ударов шарика останется серия круговых следов. Предложите шкалу твердости материалов, основанную на этом методе.

12. **Магнитогидродинамика**

    В неглубокий сосуд налита жидкость. Если приложить электрическое и магнитное поля, то жидкость может начать двигаться в сосуде. Исследуйте данное явление и предложите его практическое применение.

10.5 Задачи 2007 г.

1. **Нить накала**

   При первом включении лампы накаливания наблюдается значительный скачок силы тока в цепи. Предложите теоретическую модель данного явления и исследуйте его экспериментально.

2. **Слинки**

   Подвесьте веортикально мягкую пружину, называемую также 'слинки' (см. рис. 10.2), и позвольте ей падать свободно. Исследуйте характеристики свободного падения слинки.

3. **Водяные струи**

   Опишите качественно и количественно явления, которые можно наблюдать при столкновении двух водяных струй под различными углами.

Рис. 10.2: Слинки

4. **Упругая веревка**

   Протяните веревку в отверстия пуговицы так, как показано на рис. 10.3. Периодический натягивая и отпуская веревку, пуговицы можно привести во вращательное движение. При этом чувствуется некоторая эластичность веревки. Объясните упругие свойства такой системы.

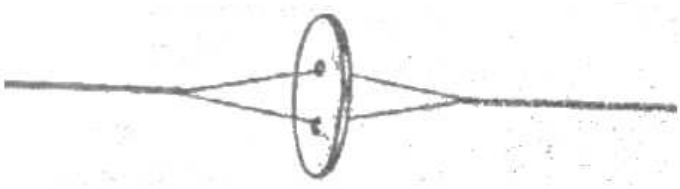

Рис. 10.3: Упругая веревка

5. **Лезвие бритвы**

   Аккуратно положите лезвие бритвы на воду. Если поднести к плавающему лезвию заряженное тело, то лезвие придет в движение. Опишите движение лезвия после приложения внешнего электрического поля.

6. **Конденсация**

   Капли воды образуются на внешней поверхности стакана, наполненного холодной водой. Объясните явление и исследуйте параметры, определяющие размер и количество капель на стакане.

7. **Чернильная капля**

   Поместите каплю чернил для шариковых ручек на поверхность воды. Капля придет в движение. Объясните наблюдаемые явления качественно и количественно.

8. **Водные лыжи**

   При какой минимальной скорости объект можно тянуть на веревке по поверхности воды так, чтобы он не тонул? Исследуйте существенные параметры данной системы экспериментально и теоретически.

9. **Паровая лодка**

   Лодка, изображенная на рис. 10.4, может двигаться при помощи свечи и металлической трубки с двумя открытыми концами. Объясните принцип движения лодки и оптимизируйте Ваш проект паровой лодки для достижения максимальной скорости.

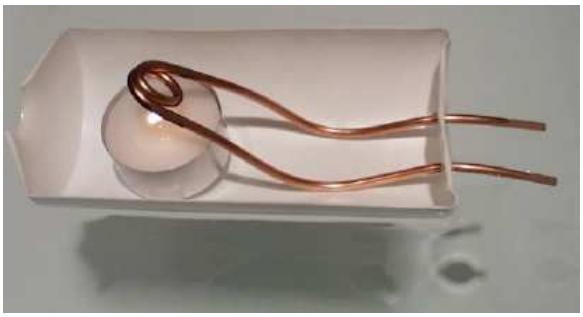

Рис. 10.4: Паровая лодка

10. **Жидкая линза**

    Разработайте систему жидких линз с регулируемым фокусным расстоянием. Исследуйте качество и возможные варианты применения разработанной Вами системы.

11. **Духовое ружье**

    Исследуйте движение пули внутри духового ружья. Определите условия, при которых достигается максимальная выходная скорость пули при выстреле.

12. **Ледяная выпуклость**

    Наполните пластиковый лоток (контейнер) водой. При замораживании воды при некоторых условиях на поверхности льда появляется выпуклость. Исследуйте явление.