

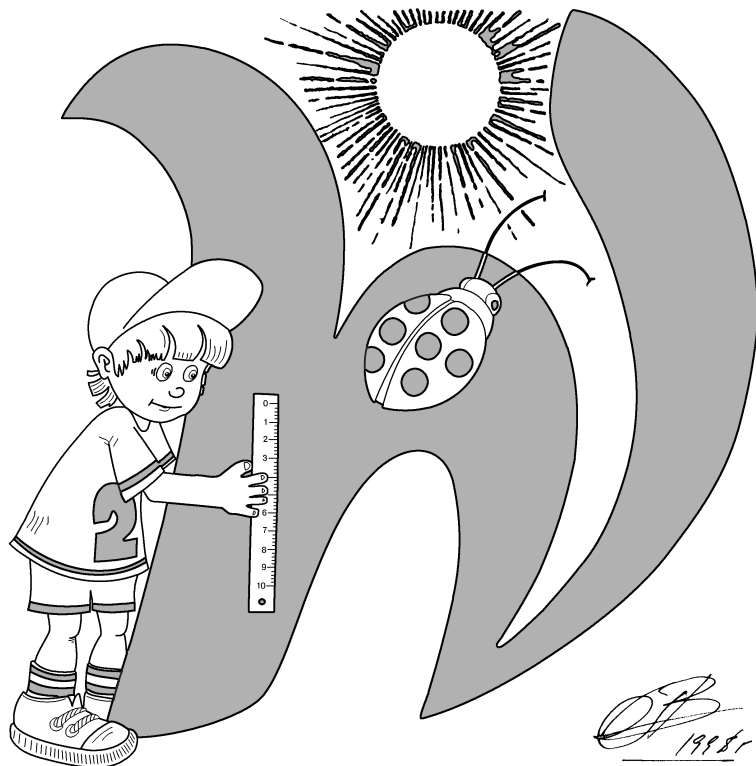
Федеральное агентство по образованию  
Центральный оргкомитет Всероссийских олимпиад

## XXXIX Всероссийская олимпиада школьников по физике

Региональный этап

Экспериментальный тур

Методическое пособие



МФТИ, 2004/2005 уч.г.

Комплект задач подготовлен методической комиссией по физике  
Центрального оргкомитета Всероссийских олимпиад школьников  
Министерства образования и науки Российской Федерации  
Телефоны: (095) 408-80-77, 408-86-95.  
E-mail: [fizolimp@mail.ru](mailto:fizolimp@mail.ru) (с припиской **antispam** к теме письма)

Авторы задач

- |                           |               |
|---------------------------|---------------|
| 8 класс                   | 9 класс       |
| 1. Международный фольклор | 1. Ткачук И.  |
| 10 класс                  | 11 класс      |
| 1. Шеронов А.             | 1. Воронов А. |

Подборка задач — Слободянин В.

Общая редакция — Слободянин В., Чудновский А.

Оформление и верстка — Чудновский А., Имакаев М.

При подготовке оригинал-макета  
использовалась издательская система  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 2_{\epsilon}$ .  
© Авторский коллектив  
Подписано в печать 14 марта 2005 г. в 22:44.

141700, Московская область, г.Долгопрудный  
Московский физико-технический институт

8 класс

**Задача 1. Безопасная доставка Чупа-Чупса**

Сделайте устройство, с помощью которого небольшой груз будет опускаться с заданной высоты на землю максимально возможное время.

При проверке устройство будет поднято на высоту 2 м над полом и отпущено без начальной скорости. Высота отсчитывается по положению груза. Момент падения — это момент первого касания пола любой частью устройства или груза. Вам следует приделать к устройству нитку с петелькой, за которую устройство будут поднимать.

В конструкции устройства можно использовать только выданные бумагу, скотч, нитки и одну конфету (в качестве груза).

Во время эксперимента можно обменивать (не чаще, чем раз в полчаса) испорченные листы бумаги на новые, а куски порванной нити на целую.

Если ваше устройство при спуске будет двигаться не только вниз, но и вбок, то отметьте это направление стрелкой на верхней поверхности устройства. Это облегчит его испытание.

Имейте в виду, что высота потолков в аудиториях обычно около  $2,5 \div 3$  м, поэтому, если вы сделаете устройство слишком высоким, оно будет запущено с меньшей высоты.

По решению жюри может быть оценена оригинальность устройства.

*Оборудование.* Две конфеты Чупа-Чупс, 3 листа бумаги формата А4, нитка длиной 3 м, скотч, линейка, ножницы.

*Примечание.* По окончании работы **одну** конфету можно съесть.

9 класс

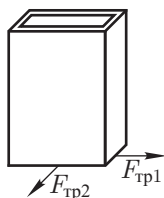
**Задача 1. Коробок**

Рис. 1

Определите коэффициент трения покоя наименьшей грани спичечного коробка о поверхность стола. При измерении обе части (внутренняя и внешняя) коробка должны быть вровень, чтобы одновременно касаться стола. В связи с особенностями строения волокон коэффициенты трения могут различаться при приложении силы вдоль длинной и вдоль короткой сторон нижней грани коробка (рис. 1). Следует измерить коэффициенты трения покоя в обоих этих случаях.

*Примечание.* Наклонять стол запрещается.

*Оборудование.* Пустой спичечный коробок, лист миллиметровой бумаги.

10 класс

**Задача 1. Источник и вольтметры**

«Черный ящик» содержит последовательно соединенные источник постоянного напряжения  $U_0$  и резистор. Определите  $U_0$ .

*Оборудование.* «Черный ящик», два одинаковых вольтметра.

11 класс

**Задача 1. Магнит**

Известно, что магнит притягивается к железным поверхностям, причем сила притяжения зависит от расстояния между магнитом и поверхностью. Измерьте силу  $F$ , с которой магнит притягивается к металлической линейке в случае, когда расстояние между ними не больше толщины одного листа бумаги.

*Примечание.* Магнит прикладывайте наибольшей по площади гранью.

*Оборудование.* Магнит, металлическая линейка, обернутая бумагой, динамометр, нить.

Возможные решения

8 класс

**Задача 1. Безопасная доставка Чупа-Чупса**

Самым напрашивающимся решением является модель парашюта. Однако при его изготовлении возникает ряд проблем.

Во-первых, парашют, собранный из листов бумаги, может складываться. Для устранения этого эффекта следует сделать ребра жесткости: либо загнуть края парашюта, либо приклеить скотчем уголок из бумаги к полотну парашюта.

Во-вторых, возможно неустойчивое движение или даже переворачивание парашюта. Для устранения этого эффекта нужно проделать отверстие в центре парашюта. Оригинальным решением проблемы является парашют, вращающийся при падении. Для этого достаточно сделать его несимметричным.

Самое сложное, но не самое эффективное решение — это бумажный самолетик. Случайное смещение центра масс самолетика вызывает сильные изменения в траектории его движения.

Наибольшее время падения было зарегистрировано авторами у пластины из бумаги, укрепленной по бокам ребрами жесткости. Эта пластинка собирается из двух листов, скрепленных по их меньшей стороне. Третий лист используется для ребер жесткости. Края пластины были загнуты таким образом, чтобы пластина раскручивалась в полете. Для обеспечения стабилизации на начальном этапе полета, полотно было слегка выгнуто вверх.

Эксперименты с различными моделями дали следующие результаты:

свободно брошенный груз — 0,7 с;

хаотично порезанная на кусочки бумага с грузом в центре клубка — 1 с;

самолетик — 0,9 ÷ 1,3 с;

обычный парашют — 1,2 ÷ 1,7 с;

вращающийся парашют в виде плоской пластины — 2 с.

*Рекомендации для организаторов.* Можно использовать обычную конфету Чупа-Чупс (ее масса составляет около 12 г). Оценка работы в основном определяется временем спуска, но также зависит и от оригинальности конструкции. Необходимо произвести несколько измерений времени падения конструкции каждого участника и сохранить результаты до апелляции. При проверке следует учитывать, что при повторном испытании время опускания устройства может оказаться другим.

9 класс

**Задача 1. Коробок**

Поставим коробок на стол и будем прикладывать к нему силу в заданном направлении, но на разной высоте над столом. Начиная с некоторой высоты  $h$ , коробок опрокидывается, а не скользит. При подобном измерении вдоль длинной стороны опрокидывания не происходит. В этом случае следует сделать из миллиметровой бумаги уголок и вставить его между внутренней и внешней частями коробка. Это позволит приложить силу на высоте  $h$ , превышающей размер коробка (рис. 2). Поскольку высота  $h$  является граничной для случаев скольжения и опрокидывания, то при приложении силы  $F$  на данной высоте могут одновременно выполняться два условия равновесия (равенство нулю равнодействующей всех сил и равенство нулю суммы всех моментов):

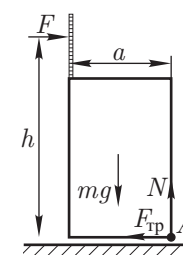


Рис. 2

$$1. \quad F - F_{\text{тр}} = 0, \quad N - mg = 0; \quad 2. \quad Fh - mg \frac{a}{2} = 0,$$

где  $F_{\text{тр}} = \mu N$ , а в качестве полюса принята точка  $A$ . Отсюда  $\mu = a/2h$ .

*Рекомендации для организаторов.* Коробок не должен опрокидываться при давлении на него (без выступающей миллиметровки) вдоль большей стороны основания.

10 класс

**Задача 1. Источник и вольтметры**

Поскольку при прямом подключении любого из вольтметров происходит его зашкаливание, соберем две цепи (рис. 3, 4).

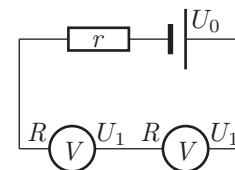


Рис. 3

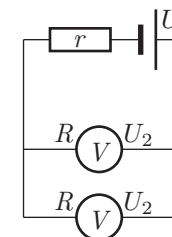


Рис. 4

Пусть  $r$  — сопротивление в черном ящике,  $R$  — сопротивление вольтметра, тогда показания вольтметров:

$$U_1 = U_0 \frac{R}{2R + r}, \quad U_2 = U_0 \frac{R}{R + 2r}.$$

Оказывается, что в эксперименте вольтметры показывают почти одинаковое напряжение в обоих случаях:  $U_1 \approx U_2$ , откуда  $r \approx R$ . Следовательно,

$$U_0 = \frac{3U_1U_2}{2U_2 - U_1} \approx 3U_1 \approx 3U_2.$$

*Рекомендации для организаторов.* Внутреннее сопротивление источника тока должно быть такое же, как и у каждого из вольтметров. При прямом подключении вольтметра к источнику тока вольтметр должен зашкаливать. Не должно быть возможности переключить шкалу вольтметров, чтобы избежать зашкаливания в данном опыте. При подключении одновременно двух вольтметров последовательно или параллельно они не должны зашкаливать. Следовательно, ЭДС источника должна быть в  $2,2 \div 2,8$  раза больше шкалы вольтметра. Источник можно реализовать в виде непрозрачной закрытой коробочки, внутри которой находится схема из батареек и резисторов, обеспечивающая нужные характеристики.

11 класс

### Задача 1. Магнит

Сначала найдем коэффициент трения магнита о бумагу. Для этого из бумаги складываем горку, в сечении имеющую вид буквы «П», скатываем по ней магнит (рис. 5) и находим  $\mu = \operatorname{tg} \alpha$ , где  $\alpha$  — максимальный угол наклона горки, при котором магнит еще покоится (либо движется равномерно). Заворачиваем линейку в один слой бумаги. Обвязываем магнит ниткой так, чтобы он всей плоскостью касался бумаги. Далее возможны два варианта решения:

1. равномерно тянем магнит за нитку по горизонтальной поверхности, покрытой бумагой (рис. 6); вес магнита  $mg$  и силу  $F_0$  измеряем динамометром;
2. равномерно тянем магнит за нитку по вертикали вверх и вниз (рис. 6, 7); силы  $F_1$  и  $F_2$  измеряем динамометром.

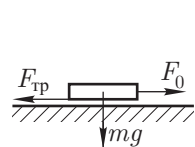


Рис. 5

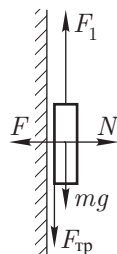


Рис. 6

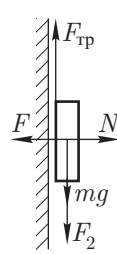


Рис. 7

В первом случае:

$$F_0 = \mu(mg + F), \quad \text{откуда} \quad F = \frac{F_0}{\mu} - mg.$$

Во втором случае:

$$F_1 = \mu F + mg, \quad F_2 = \mu F - mg, \quad \text{откуда} \quad F = \frac{F_1 + F_2}{2\mu}.$$

*Рекомендации для организаторов.* Можно использовать любой небольшой магнит, например, из мебельной защелки.

# Потенциал

В марте 2005 года вышел второй номер научно-популярного физико-математического журнала «Потенциал» для старшеклассников и учителей. Журнал ежемесячный.

Учредителями журнала являются заочная физико-техническая школа при МФТИ и издательство «Азбука».

## Рубрики журнала:



Планируемый тираж — 10000 экземпляров. Объем — 80 страниц.  
Приглашаются все желающие принять участие в работе журнала.

## Координаты для связи с редакцией

г. Москва, ул. Рабочая 84  
(095) 768 2548, 787 2494

fizteh@nm.ru  
www.fizteh.nm.ru