

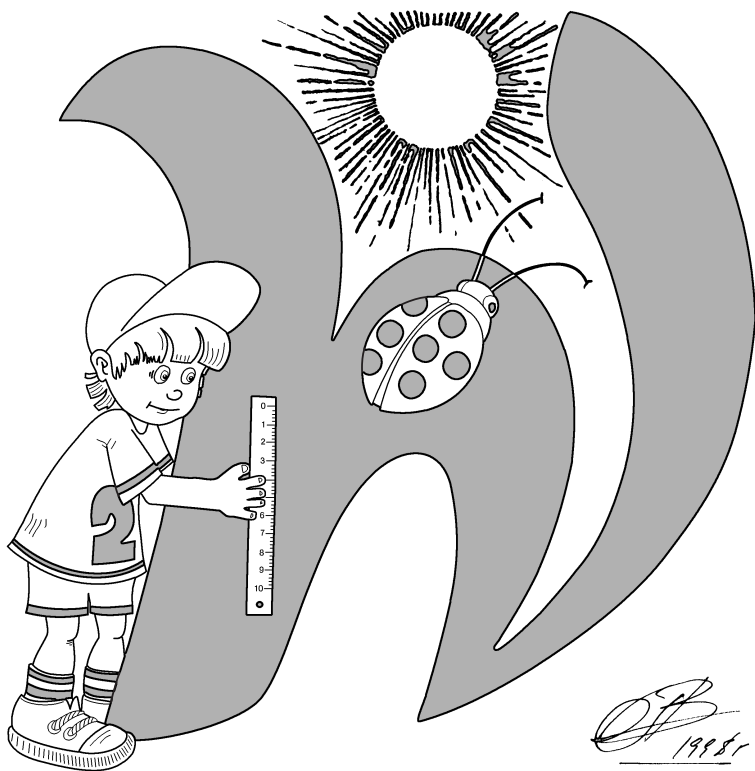
Методическая комиссия по физике  
при центральном оргкомитете  
Всероссийских олимпиад школьников

## Олимпиада Максвелла

Региональный этап

Экспериментальный тур

Методическое пособие



МФТИ, 2012/2013 уч.г.

Комплект задач подготовлен методической комиссией по физике  
при центральном оргкомитете Всероссийских олимпиад школьников  
Телефоны: (495) 408-80-77, 408-86-95.  
E-mail: [physolymp@gmail.com](mailto:physolymp@gmail.com)

### Авторы задач

7 класс

1. Замятнин М.,  
Слободянин В.
2. Замятнин М.

8 класс

1. Фольклор
2. Замятнин М.

Общая редакция — Слободянин В.

При подготовке оригинал-макета  
использовалась издательская система L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub>.  
© Авторский коллектив  
Подписано в печать 22 января 2013 г. в 03:13.

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

**Задача 1. Гелевая ручка**

Линию какой максимальной длины можно нарисовать с помощью гелевой ручки? Нажим на ручку при проведении линии должен быть «стандартным», как при обычном письме. Нарисуйте схему проведения эксперимента или опишите порядок ваших действий.

*Примечание.* После выполнения задания ручку с оставшимся гелем участник тура может забрать себе на память.

**Оборудование.** 2 листа чистой бумаги формата А4, две линейки с делениями длиной 30 см, гелевая ручка с новым стержнем, скотч и ножницы (по требованию).

**Задача 2. Модель подвижного блока**

Экспериментатор Глюк, наблюдая на стройке простые механизмы (рис. 1), решил дома смоделировать их работу...

Из скрепок, нити и груза (маленькая шоколадка) соберите на столе конструкцию, моделирующую работу подвижного блока (рис. 2). Исследуйте зависимость скорости  $v$  перемещения скрепки (подвижного блока) от скорости  $u$  перемещения метки  $У$  (например, узелка) на свободном конце нити.

*Примечание 1:* Скорости наблюдаемых материальных точек пропорциональны их перемещениям, за одинаковые интервалы времени, поэтому для сравнения скоростей  $v$  и  $u$  достаточно сравнить перемещения подвижной скрепки и узелка. Подвижная скрепка должна перемещаться вдоль пунктирной прямой. Заметим, что при постоянной скорости узелка скорость подвижной скрепки зависит от расстояния  $h$ .

*Примечание 2:* Слишком малые перемещения приведут к существенным относительным погрешностям, но и большие перемещения ведут к заметным ошибкам. Поэтому мы рекомендуем «пошагово» перемещать подвижную скрепку на фиксированные расстояния (1,0 – 2,0 см). Измерьте расстояние  $L$  и запишите его в отчёт.

Перемещайте узелок вдоль всей «высоты» листа бумаги. Результаты занесите в таблицу № 1.

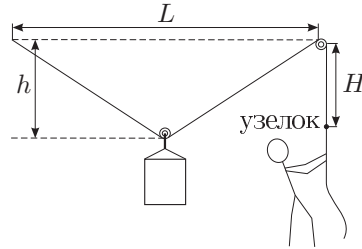


Рис. 1

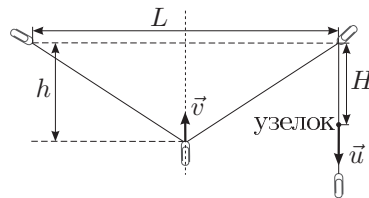


Рис. 2

№	$H$ , см	$h$ , см		
1				
...	...	...	...	...
10				

Постройте график зависимости  $(v/u)$  от  $h$ . В свободные столбцы справа вы можете заносить соответствующие скорости, точнее, пропорциональные им величины.

Найдите, при каком значении  $h$  скорости  $v$  и  $u$  одинаковы.

После проведения эксперимента вы можете съесть шоколадку или забрать её в качестве сувенира.

**Оборудование.** Три скрепки, груз (шоколадка «Алёнка» массой 15 г.), линейка длиной 30 см, нить длиной 1,5 – 2,0 м, лист бумаги формата А3, скотч и ножницы (по требованию), миллиметровая бумага для построения графика.

**Задача 1. Центральный удар**

Если с покоящейся монетой (мишенью) столкнется другая монета (ядро), то обе пройдут некоторое расстояние (рис. 3). Нас будет интересовать только такой удар, при котором обе монеты после столкновения движутся вдоль прямой по которой перемещалась налетающая монета. Обозначим путь, пройденный после столкновения монетой-ядром, символом  $L_1$ , а путь монеты-мишени –  $L_2$ . Предложите способ, в результате которого монете-ядру каждый раз сообщается примерно одинаковая кинетическая энергия. Опишите его. В последующем этим способом запускайте монету-ядро. Найдите отношение длин, которые проскользят монеты по горизонтальной поверхности бумаги после лобового (**центрального**) столкновения в случае, когда на покоящуюся легкую монету налетает более тяжелая. Выполните не менее 10 измерений. Результаты занесите в таблицу.

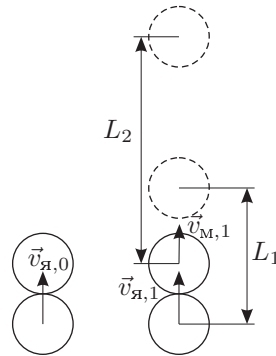


Рис. 3

№	$L_1$ , см	$L_2$ , см	$L_2/L_1$
1			
2			
...	...	...	...
10			

Усредните отношение  $L_2/L_1$  и запишите в отчёт полученные значения.

**Оборудование.** Две монеты достоинством 10 коп и 50 коп, деревянная линейка 30 – 40 см, лист бумаги А3, кусок ткани (используется как ловушка для монет), скотч и ножницы (выдаются по требованию).

**Задача 2. Модель подвижного блока**

Экспериментатор Глюк, наблюдая на стройке простые механизмы (рис. 4), решил дома смоделировать их работу...

Из скрепок, нити и груза (маленькая шоколадка) соберите на столе конструкцию, моделирующую работу подвижного блока (рис. 5). Исследуйте зависимость скорости  $v$  перемещения скрепки (подвижного блока) от скорости  $u$  перемещения метки У (например, узелка) на свободном конце нити.

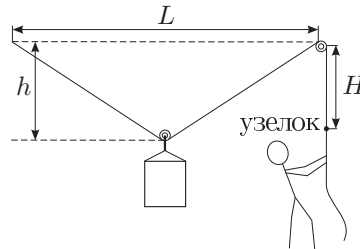


Рис. 4

**Примечание 1:** Скорости наблюдаемых материальных точек пропорциональны их перемещениям, за одинаковые интервалы времени, поэтому для сравнения скоростей  $v$  и  $u$  достаточно сравнить перемещения подвижной скрепки и узелка. Подвижная скрепка должна перемещаться вдоль пунктирной прямой. Заметим, что при постоянной скорости узелка скорость подвижной скрепки зависит от расстояния  $h$ .

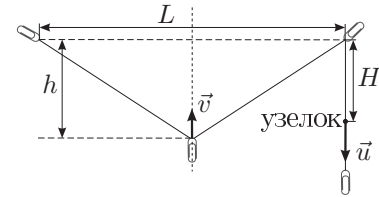


Рис. 5

**Примечание 2:** Слишком малые перемещения приведут к существенным относительным погрешностям, но и большие перемещения ведут к заметным ошибкам. Поэтому мы рекомендуем «пошагово» перемещать подвижную скрепку на фиксированные расстояния (1,0 – 2,0 см). Измерьте расстояние  $L$  и запишите его в отчёт.

Перемещайте узелок вдоль всей «высоты» листа бумаги. Результаты занесите в таблицу № 1.

№	$H$ , см	$h$ , см		
1				
...	...	...	...	...
10				

Постройте график зависимости  $(v/u)$  от  $h$ . В свободные столбцы справа вы можете заносить соответствующие скорости, точнее, пропорциональные им величины.

Найдите, при каком значении  $h$  скорости  $v$  и  $u$  одинаковы.

После проведения эксперимента вы можете съесть шоколадку или забрать её в качестве сувенира.

**Оборудование.** Три скрепки, груз (шоколадка «Алёнка» массой 15 г.), линейка длиной 30 см, нить длиной 1,5 – 2,0 м, лист бумаги формата А3, скотч и ножницы (по требованию), миллиметровая бумага для построения графика.

## Возможные решения 7 класс

### Задача 1. Гелевая ручка

Измеряем уровень  $x$  чернил в ручке. Приклеиваем скотчем лист к столу и две линейки так, чтобы линейки располагались параллельно, а расстояние между ними было, например,  $h = 20$  см (рис. 6). Проводим гелевой ручкой линию от одной линейки до другой и обратно. Повторяем эту операцию  $n$  раз (примерно 300–400). Снова измеряем уровень чернил в ручке — он изменился на  $y$ . Значит, ручкой можно провести линию длиной  $L = 2(x/y)nh$ .

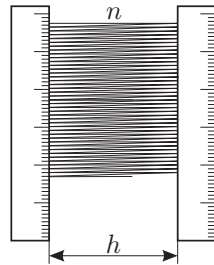


Рис. 6

#### Критерии оценивания

Описание метода .....	6
Точность полученного результата:	
ошибка $\pm 30\%$ .....	4
ошибка $-50\% + 100\%$ .....	2
получен результат в интервале $[100 \text{ м}; 10 \text{ м}]$ .....	1

### Задача 2. Модель подвижного блока

Соберем установку, изображенную на втором рисунке (см. условие). Скрепки прикрепим к столу скотчем, чтобы обеспечить их неподвижность. Измеряем  $L$ . Прикрепим груз к одной из скрепок. На листе А3 начертим шкалу для измерения перемещений груза и блока-скрепки и подложим его под установку на стол и закрепим его скотчем. Начнем тянуть блок-скрепку вдоль линии, показанной на рисунке, перемещая груз. С шагом 1–2 см измеряем  $H$  и  $h$  и заносим их в таблицу №1. Проводим измерения  $h$  в интервале от 0 до  $L/2$ . Так как для малых перемещений  $v/u$  примерно равно  $\Delta h/\Delta H$ , строим таблицу №2 зависимости  $\Delta h/\Delta H$  (т.е.  $v/u$ ) от  $h$ . По ней строим график, из графика находим такое  $h$ , что  $v/u = 1$  при этом  $h$ . Теоретически  $h = \sqrt{3}L/2$ .

#### Критерии оценивания

Измерение $L$ .....	1
Способ измерения (описание или рисунок) $h$ и $H$ .....	1
В работе отмечено, что узлы (неподвижные скрепки) и шкала измерений $h$ и $H$ (линейки или лист А3) жёстко закреплены, например, скотчем .....	1
Измерения проведены с шагом 1–2 см .....	1
Количество измерений, занесённых в таблицу:	
больше 10 .....	2
больше 5, но не больше 10 .....	1
График .....	2
<i>Примечание:</i> за предыдущий пункт ставится только один балл, если оси на графике не подписаны или их нет, либо построен не тот график, что просили в условии.	
Ответ отличается от значения $\sqrt{3}L/2$ не более, чем на 20% .....	2
Ответ отличается от значения $\sqrt{3}L/2$ больше, чем на 20%, но не более, чем на 30% .....	1

## 8 класс

**Задача 1. Центральный удар**

Необходимо сообщить монете-ядру одинаковую кинетическую энергию — приклеиваем скотчем линейку с одной стороны к краю стола. Между другой стороной линейки и столом вставляем ручку. Монета-ядро кладётся так, чтобы немного выступать за край стола, при резком вытаскивании ручки линейка стучает по столу и по выступающей монете, сообщая каждый раз одну и ту же скорость. Приклеиваем к столу лист бумаги, рисуем на нём положение монеты-мишени. После удара измеряем расстояния, пройденные первой и второй монетой после столкновения. (Монеты не должны вылетать за край листа бумаги! У стола другой коэффициент трения.) Результаты 10 измерений заносим в таблицу, находим среднее отношение  $L1/L2$ .

*Критерии оценивания*

Описание способа сообщить монете одну и ту же энергию (скорость) .....	3
Описание способа измерения $L1$ и $L2$ .....	2
Таблица:	
в таблице $\geq 10$ измерений .....	2
в таблице $\geq 5$ измерений .....	1
Среднее отклонение измерений от $L1/L2$ не более чем в два раза .....	1
Конечный ответ $7 \leq L1/L1 \leq 13$ .....	2

**Задача 2. Модель подвижного блока**

Соберем установку, изображенную на втором рисунке (см. условие). Скрепки прикрепим к столу скотчем, чтобы обеспечить их неподвижность. Измеряем  $L$ . Прикрепим груз к одной из скрепок. На листе А3 начертим шкалу для измерения перемещений груза и блока-скрепки и подложим его под установку на стол и закрепим его скотчем. Начнем тянуть блок-скрепку вдоль линии, показанной на рисунке, перемещая груз. С шагом 1–2 см измеряем  $H$  и  $h$  и заносим их в таблицу №1. Проводим измерения  $h$  в интервале от 0 до  $L/2$ . Так как для малых перемещений  $v/u$  примерно равно  $\Delta h/\Delta H$ , строим таблицу №2 зависимости  $\Delta h/\Delta H$  (т.е.  $v/u$ ) от  $h$ . По ней строим график, из графика находим такое  $h$ , что  $v/u = 1$  при этом  $h$ . Теоретически  $h = \sqrt{3}L/2$ .

*Критерии оценивания*

Измерение $L$ .....	1
Способ измерения (описание или рисунок) $h$ и $H$ .....	1
В работе отмечено, что узлы (неподвижные скрепки) и шкала измерений $h$ и $H$ (линейки или лист А3) жёстко закреплены, например, скотчем .....	1
Измерения проведены с шагом 1–2 см .....	1
Количество измерений, занесённых в таблицу:	
больше 10 .....	2
больше 5, но не больше 10 .....	1

График .....	2
<i>Примечание:</i> за предыдущий пункт ставиться только один балл, если оси на графике не подписаны или их нет, либо построен не тот график, что просили в условии.	
Ответ отличается от значения $\sqrt{3}L/2$ не более, чем на 20% .....	2
Ответ отличается от значения $\sqrt{3}L/2$ больше, чем на 20%, но не более, чем на 30% .....	1