

**Заключительный тур олимпиады №47 из Перечня олимпиад на 2011-2012 учебный год.  
Критерии проверки работ по физике**

**Условия задач, ответы и критерии оценки решений**

**Задача 1**

На скользкой дороге на поворотах или при резком торможении автомобиля часто «заносит», при этом они теряют сцепление с дорогой и могут разбиться. Для борьбы с заносом на заднеприводных автомобилях обычно рекомендуется сбросить «газ» или не тормозить, вращать руль в направлении заноса, и пытаться прекратить проскальзывание колес. В то же время участники ралли, соревнующиеся на полноприводных автомобилях, проходят повороты с заносом, в скольжении, руль вращают в сторону поворота, и при этом прибавляют «газ». Объясните: 1) причину заноса; 2) описанное отличие в действиях обычных водителей и «раллистов» при прохождении поворота с заносом.

**Критерии**

- 1) Полностью правильно объяснена причина появления заноса – 3 балла
  - 2) Правильно объяснены действия обычного водителя при заносе на заднеприводном автомобиле – 3 балла
  - 3) Правильно объяснены действия раллиста при прохождении поворота с заносом – 4 балла
- Если в каждом из пунктов 1) – 3) даются объяснения, которые являются в целом правильными, но не могут быть признаны исчерпывающими, за каждый из пунктов снимается 1 балл.
- Если в каждом из пунктов 1) – 3) даются объяснения, которые являются частично правильными, либо содержатся правильные ссылки на физические законы, но объяснения при этом не даются, то за каждый из пунктов снимается 2 балла.
- Всего – 10 баллов.

**Задача 2**

Если замкнуть проволокой или гвоздем клеммы заряженного конденсатора в непосредственной близости от радио- или телевизионного приемника, то из динамика раздается хорошо слышный щелчок независимо от того, на какую станцию (частоту) настроен приемник. Объясните: 1) почему из динамика слышится щелчок; 2) почему эффект не зависит от того, на какую частоту настроен приемник.

**Критерии**

- 1) Правильно объяснена причина возникновения щелчка, который слышится из динамика радиоприемника – 5 баллов.
  - 2) Правильно объяснено, почему описанный эффект не зависит от того, на какую частоту настроен приемник – 5 баллов.
- Если в каждом из пунктов 1) – 2) даются объяснения, которые являются в целом правильными, но не могут быть признаны исчерпывающими, то за первый пункт снимается 2 балла, а за второй пункт снимается 3 балла.
- Всего – 10 баллов.

### Задача 3

Алеша Попович и Добрыня Никитич стояли в дозоре на некотором расстоянии друг от друга на горизонтальном участке земной поверхности. Змей Горыныч летел горизонтально на высоте  $H = 160$  м со скоростью  $u = 28$  м/с, причем его курс проходил точно над линией, вдоль которой располагались богатыри. Пролетая над Алешей в направлении Добрыни, он выпустил из лап заранее припасенный камень. В этот же момент времени оба богатыря бросили свои камни с одинаковой по модулю скоростью. Их броски были рассчитаны так, чтобы оба их камня одновременно попали в камень Змея Горыныча. Чему равен модуль начальной скорости, с которой богатыри метнули свои камни? Ускорение свободного падения в местности, где происходили события,  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>, а сопротивление воздуха не влияет на полет камней.

**Ответ:** при расстоянии между богатырями  $L \leq 2u\sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 321,7$  м модуль скорости их камней

должен удовлетворять условию  $v \geq \sqrt{u^2 + \frac{gH}{2}} \approx 39$  м/с; при расстоянии между богатырями

$L > 2u\sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 321,7$  м решения не существует.

### Критерии

1. Верно записана система кинематических уравнений для всех камней, сделан обоснованный вывод о равенстве углов бросания камней, записано верное соотношение для горизонтальной составляющей скорости камней ( $u = v \cos \alpha$ ), выведено соотношение между высотой Змея, временем до столкновения и вертикальной составляющей скорости (т.е.

$$t = \frac{H}{v \sin \alpha} \text{ или его варианты) – 3 балла.}$$

2. Сделано предположение о наличии еще какой-то информации: задано расстояние между богатырями; сформулирована идея о том, что, не будь помех, камень Змея попал бы в Добрыню; идея о том, что при встрече камни богатырей находятся в верхней точке своей траектории; что угол бросания равен  $45^0$ ; и т.п., и в эти предположениях получен один из возможных вариантов решения – еще 2 балла (при наличии пункта 1).

3. Обоснованно сделан вывод о том, что задача не имеет однозначного решения на основании «физических рассуждений» – 2 балла.

4. Вывод о том, что задача не имеет однозначного решения, сделан на основании того, что система из двух уравнений и трех переменных не имеет решения – 1 балл (альтернатива п. 3).

(Это утверждение само по себе бездоказательно, т.к. можно привести пример одного уравнения с пусть даже 100 переменными, но, все-таки, имеющего единственное решение.)

5. Для скорости сделана оценка снизу (получено неравенство  $v \geq \sqrt{u^2 + \frac{gH}{2}} \approx 39$  м/с) – еще 3 балла.

6. Получено ограничение на расстояние  $L$  между богатырями, при котором решение задачи существует  $L \leq 2u\sqrt{\frac{2H}{g}} \approx 321,7$  м – еще 2 балла.

### То есть:

если выполнены п. 1), 3), 5), 6), то всего 10 баллов (всё решено аккуратно),

если выполнены п. 1), 4), 5), 6), то всего 9 баллов (решение не очень аккуратно обосновано),

если выполнены только п. 1) и 2), то всего 5 баллов (найден только одно возможное значение скорости  $v$ ).

За отсутствие п. 6) при правильных пунктах 1), 3), 5) или 1), 4), 5) снимается 2 балла.

За отсутствие численных ответов снимается 1 балл.

#### Задача 4

На неподвижно закрепленный проводящий шар радиусом  $R$  нанесен заряд  $q$ . По разные стороны от шара расположены два тонких металлических кольца с зарядами  $-3q$  и  $-2q$ . Плоскости колец параллельны друг другу и перпендикулярны прямой, проходящей через центр шара  $O$  и центры колец  $A$  и  $B$ . При этом  $|OA|=3R/2$  и  $|OB|=2R$ . Радиусы колец  $r_A=2R$  и  $r_B=3R/2$ , соответственно. С поверхности шара со скоростью  $V_0 = \sqrt{\frac{kq|e|}{4mR}}$  вылетает электрон ( $|e|/m$  – величина удельного заряда электрона,  $k$  – коэффициент пропорциональности в законе Кулона). Пренебрегая излучением, найдите, во сколько раз возрастет модуль скорости электрона после удаления на очень большое расстояние от этой системы зарядов.

**Ответ:**  $\frac{V}{V_0} = 3$ , то есть модуль скорости электрона возрастет в три раза.

#### Критерии

- 1) Сформулирована идея о том, что нужно искать потенциал в центре шара – 2 балла
- 2) Правильно найден потенциал в центре шара – 4 балла
- 3) Записан закон сохранения энергии для процесса разгона электрона – 2 балла
- 4) Получен правильный ответ – 2 балла

Если в п. 2) потенциал в центре шара ищется правильным способом, но по ходу вычислений или рассуждений делается ошибка, то за этот пункт ставится 2 балла (а не 4).

Всего – 10 баллов.

#### Задача 5

Маленький шарик находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Отношение объемов шарика  $V$  и его изображения  $v$  равно  $V/v = 16$ . Линзу отодвинули от шарика вдоль оси дополнительно на расстояние  $L = 50$  см, и отношение объемов шарика и изображения стало равным 81. Какова оптическая сила  $D$  линзы?

**Ответ:**  $D = 1/L = 2$  дптр.

#### Критерии

- 1) Записано (или выведено) соотношение между продольным и поперечным коэффициентами увеличения линзы ( $\Gamma_{\parallel} = (\Gamma_{\perp})^2$ ) – 2 балла
  - 2) Найдены коэффициенты поперечного увеличения системы до и после отодвигания линзы – 2 балла
  - 3) Записана формула тонкой линзы для обоих случаев – 2 балла
  - 4) Получена полная система уравнений, необходимых для решения задачи – 2 балла
  - 5) Правильно найдена оптическая сила линзы – 2 балла.
- Всего – 10 баллов.