

**Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике  
(22 февраля 2015 г.)  
Решения и критерии оценки  
9 класс**

**Рекомендации для жюри**

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых ниже. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олимпиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. Наличие ответа без решения не оценивается. В решении в скобках могут быть указаны баллы, они повторяются в таблице разбалловки. Для удобства работы жюри, каждая задача представлена на отдельной странице.

## Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике

(22 февраля 2015 г.)

### Решения и критерии оценки

#### 9 класс

1. Велосипедисты движутся один за другим со скоростью  $v = 30$  км/час. Они проезжают мимо фонарного столба с интервалом времени  $T_0 = 1$  минута, а мимо идущего вдоль дороги пешехода с интервалом времени  $T = 50$  секунд. В какую сторону идёт пешеход и с какой скоростью?

#### *Возможное решение*

1. Расстояние между велосипедистами  $L = vT_0$  (2 балла).
2. Если пешеход идёт в ту же сторону, куда едут велосипедисты, то заднему велосипедисту нужно проехать расстояние  $L$  плюс расстояние, которое за время  $T$  пройдёт пешеход. Тогда  $T > T_0$ . В условии же  $T < T_0$ , то есть пешеход идёт навстречу велосипедистам и задний велосипедист проходит до встречи с пешеходом расстояние меньше  $L$  (2 балла).
3. Пусть скорость пешехода  $u$ . За время  $T$  от встречи пешехода с передним велосипедистом до встречи с задним пешеход пройдёт навстречу ему расстояние  $uT$ . (1 балл). Задний велосипедист тогда проезжает расстояние  $L - uT = vT$  (2 балла). Откуда после подстановки  $L$  имеем  $vT_0 = (u + v)T$  (1 балл).
4. Откуда искомая скорость пешехода  $u = v(T_0 - T)/T = 6$  км/час. (2 балла)

#### *Разбалловка по этапам*

|   | Этапы решения  | соотношения                                     | Балл |
|---|--|---|------|
| 1 | Нахождение расстояния между велосипедистами          | $L = vT_0$                                      | 2    |
| 2 | Объяснение, что скорость пешехода встречная          |   | 2    |
| 3 | Установление связи пройденных расстояний и скоростей | $L - uT = vT$ ; $vT_0 = (u + v)T$<br>или аналог | 4    |
| 4 | Ответ, вывод и число                                 | $u = v(T_0 - T)/T = 6$ км/час                   | 2    |

**Комментарий:** Возможно решение в системе отсчёта велосипедистов с нахождением относительной скорости. Если при этом правильно получены результаты пункта 1 и пункта 3, то за них полагающиеся 2 и 4 балла.

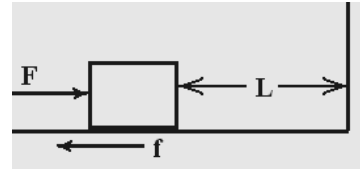
**Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике**

**(22 февраля 2015 г.)**

**Решения и критерии оценки**

**9 класс**

2. Ящик с массой  $m = 100$  кг стоит на расстоянии  $L = 164$  см от стены. В течении времени  $T = 4$  с его толкают к стене горизонтальной силой  $F = 420$  Н. Сила трения, действующая на ящик,  $f = 400$  Н. Достигнет ли ящик стены, а если достигнет, то какую скорость будет иметь перед ударом о неё?



***Возможное решение***

1. Найдём ускорение ящика из 2-го закона Ньютона. В течении времени  $T$  на него действует сила  $F$  и встречная ей сила трения. Откуда находим ускорение  $a = (F - f)/m = 0,2$  м/с<sup>2</sup>. (2 балла).
2. За это время он приобретёт скорость  $V = aT = 0,8$  м/с, и пройдёт расстояние  $S = aT^2/2 = 160$  см. (2 балла).
3. Далее он тормозится под действием только силы трения, ускорение торможения  $A = f/m = 4$  м/с<sup>2</sup>. (1 балл).
4. Если б не было стенки, ящика остановился бы за время  $\tau = V/A = 0,2$  с и за это время прошёл бы дополнительное расстояние  $s = V\tau/2 = 8$  см. (2 балла).
5. Отметим, что  $S + s = 168$  см, то есть на 4 см больше указанного  $L$ . Поэтому ящик достигнет стенки и ударится о неё с ненулевой скоростью! (1 балл).
6. Обозначим  $t$  время от начала торможения до удара о стенку, а искомую скорость в момент удара  $v$ . Тогда  $V - v = At$ ;  $a(V + v)t/2 = L - S$ , откуда исключив  $t$   $V^2 - v^2 = 2A(L - S)$  и окончательно  $v = 0,56$  м/с. (2 балла).

***Разбалловка по этапам***

|   | Этапы решения                          | соотношения                                | Балл     |
|---|--|--|----------|
| 1 | Ускорение при разгоне                  | $a = (F - f)/m = 0,2$ м/с <sup>2</sup>     | <b>2</b> |
| 2 | Скорость и перемещение в конце разгона | $V = aT = 0,8$ м/с; $S = aT^2/2 = 160$ см  | <b>2</b> |
| 3 | Ускорение при торможении               | $A = f/m = 4$ м/с <sup>2</sup>             | <b>1</b> |
| 4 | Торможение до остановки (аналог)       | $\tau = V/A = 0,2$ с; $s = V\tau/2 = 8$ см | <b>2</b> |
| 5 | Вывод о столкновении                   |  | <b>1</b> |
| 6 | Нахождение скорости при ударе          | $V^2 - v^2 = 2A(L - S)$ ; $v = 0,56$ м/с   | <b>2</b> |

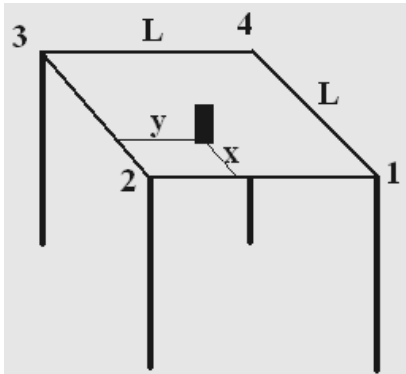
**Комментарий:** Шестой этап, конечно, самый сложный для среднего участника. Скромные 2 балла за него оценивают не трудоёмкость, а долю в общей картине движения.

**Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике**

**(22 февраля 2015 г.)**

**Решения и критерии оценки**

**9 класс**



3. Стол веса  $P_0 = 40$  Н с квадратной столешницей  $L \times L$  ( $L = 1$  м) стоит на полу. Его ножки вертикальны и прикреплены к углам столешницы (на рис. они пронумерованы). На стол поставили банку весом  $P = 30$  Н. Расстояние от центра дна банки до одной стороны  $x = 0,2$  м, а до другой  $y = 0,4$  м. При этом между четвертой ножкой и полом возник небольшой просвет. Найдите силы, с которыми давят на пол остальные ножки.

**Возможное решение**

1. Условие равновесия: сумма сил равна нулю и сумма моментов сил равна нулю. Высказанная идея (1 балл).
2. Так как отсутствует вращения относительно любой оси, то относительно любой оси сумма моментов нуль, и можно специально выбрать оси, чтобы упростить соотношения. Обозначим силы нормального давления ножек  $N_1$ ;  $N_2$ ;  $N_3$ . Из равновесия моментов сил относительно осей 2-3, 1-2 и 1-3 имеем:  
 $N_1 L = P_0 L/2 + P y$  (2 балла);  $N_3 L = P_0 L/2 + P x$  (2 балла);  $N_2 L = P(L - x - y)$  (множитель с корнем из двух сократили) (2 балла).  
 (Возможно решение из условия  $N_1 + N_2 + N_3 = P_0 + P$  (2 балла) и моментов для любых двух осей (2+2 балла).
3. Отсюда  $N_1 = 32$  Н;  $N_3 = 26$  Н;  $N_2 = 12$  Н. (3 балла).

**Разбалловка по этапам**

|   | Этапы решения  | соотношения  | Балл     |
|---|--|--|----------|
| 1 | Указание на равновесие сил и моментов сил                |  | <b>1</b> |
| 2 | Выражения условий равновесия через искомые и данные силы | Любой вариант достаточных для нахождения всех $N$ равенств | <b>6</b> |
| 3 | Нахождение искомых сил                                   | $N_1 = 32$ Н; $N_3 = 26$ Н; $N_2 = 12$ Н                   | <b>3</b> |

**Комментарий:** Второй этап – выражение условий равновесия допускает разные варианты, скажем, для выражения моментов можно взять оси проходящие через центр квадрата по его диагоналям или параллельно сторонам.

Если правильно получены три независимых уравнения для  $N_1$ ,  $N_2$  и  $N_3$ , то 6 баллов, два – 4, одно 2. За ошибку в вычислении плеч снимается по баллу.

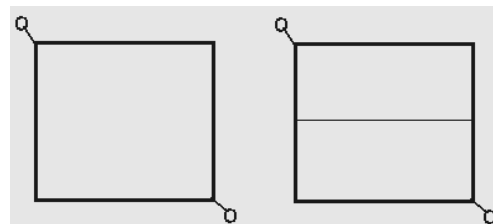
## Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике

(22 февраля 2015 г.)

### Решения и критерии оценки

9 класс

4. Квадрат сделан из проволоки с большим удельным сопротивлением. Его сопротивление между противоположными углами  $R$ . Каким оно станет, если середины противоположных сторон соединить проводом с пренебрежимо малым сопротивлением?



#### *Возможное решение*

1. Выразим сопротивление  $R$  через сопротивление стороны квадрата  $r$ . Две стороны соединены последовательно, поэтому их суммарное сопротивление  $2r$ . Стороны же выше и ниже диагонали соединены параллельно, а тогда общее сопротивление  $r$ ! То есть  $R = r$  (2 балла).
2. Найдём сопротивления от вершин до точек соединения проводом. По правилу последовательного соединения  $r_1 = 1,5 R$ ;  $r_2 = 0,5 R$ ;  $r_3 = 0,5 R$ ;  $r_4 = 1,5 R$  (2 балла).
3. Раз сопротивления провода нулевое, то напряжение на нём нулевое, а тогда напряжения на сопротивлениях  $r_1$  и  $r_3$ , выходящих из верхнего угла одинаково (2 балла). Подводимый же к углу ток равен сумме токов в этих сопротивлениях (1 балл). То есть они соединены параллельно, и общее сопротивление равно  $r_1 r_3 / (r_1 + r_3) = 3R/8$  (1 балл). Это же имеет место для сопротивлений  $r_2$  и  $r_4$  присоединённых к нижнему углу (1 балл).
4. Получившиеся сопротивления по  $3R/8$  соединены последовательно, и искомое сопротивление равно их сумме, то есть  $x = 3R/4$ . (1 балл).

#### *Разбалловка по этапам*

|   | Этапы решения  | соотношения  | Балл     |
|---|--|--|----------|
| 1 | Нахождение сопротивления стороны квадрата  |  | <b>2</b> |
| 2 | Нахождение сопротивлений от вершин до точек соединения с проводом                | $r_1 = 1,5 R$ ; $r_2 = 0,5 R$ ;<br>$r_3 = 0,5 R$ ; $r_4 = 1,5 R$ | <b>2</b> |
| 3 | Вывод о параллельном соединении $r_1$ и $r_3$ и $r_2$ и $r_4$ и нахождение общих | $r_1 r_3 / (r_1 + r_3) = 3R/8$ и аналог для $r_2$ и $r_4$        | <b>5</b> |
| 4 | Получение ответа   | $x = 3R/4$   | <b>1</b> |

**Комментарий:** Третий этап, при использовании формулы для параллельного соединения и нахождении двух сопротивлений по  $3R/8$  без пояснений, 3 балла, а при указании (без объяснения) на параллельность соединения 4 балла.

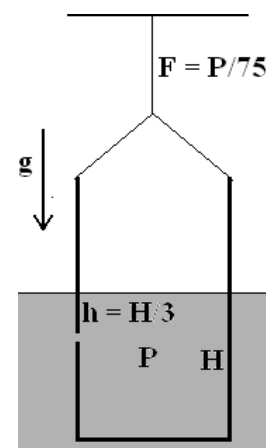
**Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике**

**(22 февраля 2015 г.)**

**Решения и критерии оценки**

**9 класс**

5. стакан с малым отверстием сбоку погружён на глубину  $H$  в холодную воду. Отверстие ниже уровня воды на  $h = H/3$ . Вес воды в стакане  $P$ , а сила натяжения нити, на которой подвешен стакан,  $F = P/75$ . Воду в стакане начинают нагревать. На какую долю уменьшилась плотность воды в нём, в момент, когда стакан стал всплывать? Уровень и температура воды снаружи неизменны.



***Возможное решение***

1. Пусть  $\rho_0$  и  $\rho$  плотности холодной и горячей воды, а  $x$  подъём уровня воды в стакане. Тогда из равенства давлений на уровне отверстия:  $\rho_0 h = \rho(h + x)$  и  $x = (\rho_0 - \rho)h/\rho$  <2 балла>.

2. Начальная масса воды в стакане  $m_0 = \rho_0 S H$ , конечная  $m = \rho S(H + x)$ , и из стакана вытечет масса  $\Delta m = m_0 - m = m_0((\rho_0 - \rho)/\rho_0)(1 - h/H)$  <3 балла>.

3. Выталкивающая сила не изменится, вне стакана всё по прежнему. Натяжение же нити при начале всплытия обращается в ноль. Значит уменьшение веса воды в стакане  $\Delta P = F$  <2 балла>.

4.  $\Delta P/P = \Delta m/m_0$ , то есть  $F/P = ((\rho_0 - \rho)/\rho_0)(1 - h/H)$  <1 балл>.

5. Откуда искомая доля  $(\rho_0 - \rho)/\rho_0 = FH/P(H - h) = 0,02$  <2 балла>.

***Разбалловка по этапам***

|   | Этапы решения  | соотношения  | Балл       |
|---|--|--|------------|
| 1 | Равенство давлений на уровне отверстия (идея + выражение)                  | $\rho_0 h = \rho(h + x)$   | <b>2</b>   |
| 2 | Начальная, конечная и вытекающая массы<br>За выражение $\Delta m$ 2 балла! | $m_0 = \rho_0 S H$ и $m = \rho S(H + x)$ ; $\Delta m = m_0 - m = m_0((\rho_0 - \rho)/\rho_0)(1 - h/H)$ | <b>1+2</b> |
| 3 | Вывод о равенстве уменьшения веса начальной силе натяжения                 | $\Delta P = F$   | <b>2</b>   |
| 4 | Равенство отношения весов отношению масс. Выражение для $F/P$              | $\Delta P/P = \Delta m/m_0$ ,<br>$F/P = ((\rho_0 - \rho)/\rho_0)(1 - h/H)$                             | <b>1</b>   |
| 5 | Нахождение искомой доли, число   | $(\rho_0 - \rho)/\rho_0 = FH/P(H - h) = 0,02$  | <b>2</b>   |

**Комментарий:** Третий этап, если равенство  $\Delta P = F$  появляется без объяснений 1 балл, при наличии более-менее разумного пояснения 2 балла.