

**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	$L - uT = vT$; $vT_0 = (u + v)T$ 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.

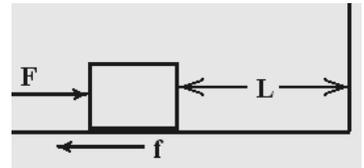
Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике

(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/с². (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/с². (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 ²	2
2	Скорость и перемещение в конце разгона	$V = aT = 0,8$ м/с; $S = aT^2/2 = 160$ см	2
3	Ускорение при торможении	$A = f/m = 4$ м/с ²	1
4	Торможение до остановки (аналог)	$\tau = V/A = 0,2$ с; $s = V\tau/2 = 8$ см	2
5	Вывод о столкновении		1
6	Нахождение скорости при ударе	$V^2 - v^2 = 2A(L - S)$; $v = 0,56$ м/с	2

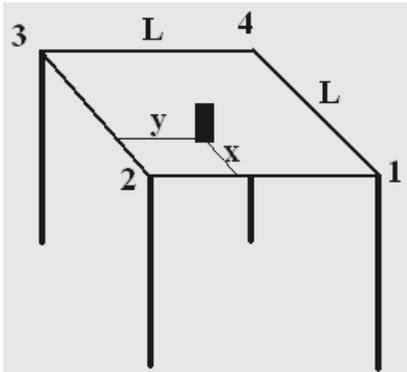
Комментарий: Шестой этап, конечно, самый сложный для среднего участника. Скромные 2 балла за него оценивают не трудоёмкость, а долю в общей картине движения.

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		1
2	Выражения условий равновесия через искомые и данные силы	Любой вариант достаточных для нахождения всех N равенств	6
3	Нахождение искомых сил	$N_1 = 32$ Н; $N_3 = 26$ Н; $N_2 = 12$ Н	3

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.

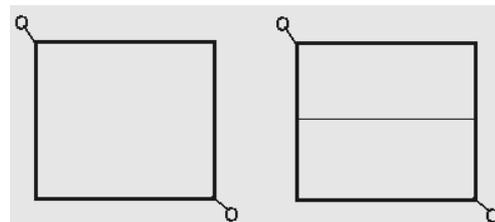
Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике

(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		2
2	Нахождение сопротивлений от вершин до точек соединения с проводом	$r_1 = 1,5 R$; $r_2 = 0,5 R$; $r_3 = 0,5 R$; $r_4 = 1,5 R$	2
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	5
4	Получение ответа	$x = 3R/4$	1

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.

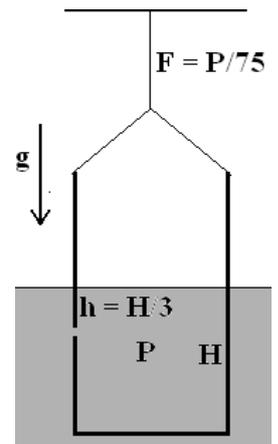
Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике

(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 ρ_0 и ρ 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)	$\rho_0 h = \rho(h + x)$	2
2	Начальная, конечная и вытекающая массы За выражение Δm 2 балла!	$m_0 = \rho_0 S H$ и $m = \rho S(H + x)$; $\Delta m = m_0 - m = m_0((\rho_0 - \rho)/\rho_0)(1 - h/H)$	1+2
3	Вывод о равенстве уменьшения веса начальной силе натяжения	$\Delta P = F$	2
4	Равенство отношения весов отношению масс. Выражение для F/P	$\Delta P/P = \Delta m/m_0$, $F/P = ((\rho_0 - \rho)/\rho_0)(1 - h/H)$	1
5	Нахождение искомой доли, число	$(\rho_0 - \rho)/\rho_0 = FH/P(H - h) = 0,02$	2

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