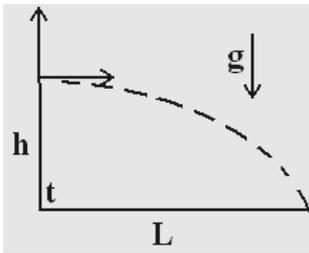
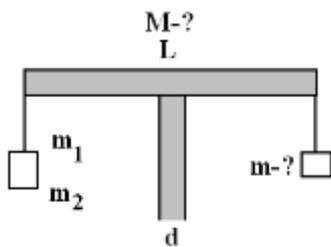
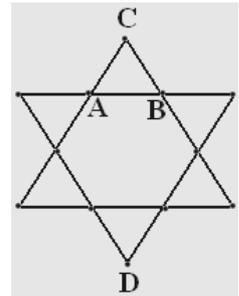


**Заключительный этап**  
**Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике**  
**5 марта 2017 г.**  
**Решения и критерии оценки**  
**9 класс**



1. Мяч, брошенный вертикально вверх с высоты  $h$ , упал на пол через время  $t$ . На каком расстоянии  $L$  по горизонтали он ударится об пол, если его бросить с той же высоты и с той же начальной скоростью, но направленной горизонтально? Ускорение свободного падения  $g$ . Влиянием воздуха пренебречь.

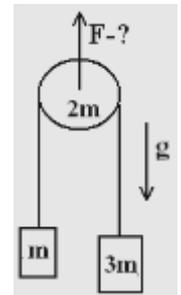
2. Два одинаковых равносторонних проволочных треугольника спаяли так, что получилась симметричная шестиконечная звезда. Подключённый к точкам  $A$  и  $B$  омметр показал сопротивление  $r$ . Что покажет омметр при подключении его к точкам  $C$  и  $D$ ?



3. На вертикальном бруске толщины  $d = 2$  см лежит симметрично однородный горизонтальный брусок длины  $L = 20$  см. К правому концу горизонтального бруска на лёгкой нити подвесили груз, а к левому – гири. Найдите массу груза и массу горизонтального бруска, если равновесие сохраняется при суммарной массе гирь от  $m_1 = 22$  г до  $m_2 = 107$  г, а вне этого интервала

масс перевешивают или груз, или гири.

4. Грузы массой  $m$  и  $3m$  связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок массой  $2m$ . Блок тянут вверх с вертикальной силой  $F$ . Найдите наибольшее значение  $F$ , при котором нить не оборвётся, если разрыв происходит при натяжении нити  $T$ . Трения нет.

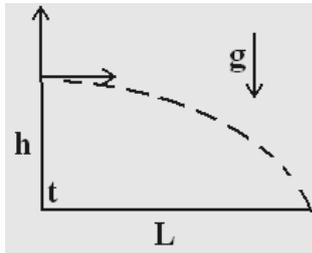


$h$	$h$
$1/2$	$1/2$
$1$	$x-?$

5. Цилиндрический сосуд закрыт подвижным поршнем, который находится на расстоянии  $2h$  от его дна. На расстоянии  $h$  от дна сосуд перегорожен закрепленной мембраной, которая свободно пропускает молекулы водорода и непроницаема для молекул кислорода. В сосуде находится 1 г газообразного водорода, а объем между мембраной и дном содержит 1 г газообразного кислорода. Между мембраной и поршнем кислорода нет. Насколько нужно сместить поршень вправо, чтобы в объеме между дном сосуда и мембраной число молекул водорода стало вдвое больше числа молекул кислорода? Масса молекулы кислорода в 16 раз больше массы молекулы водорода. Газ равномерно заполняет доступный ему объем.

**Задача не считается решённой, если приводится только ответ!**  
**Желаем успеха!**

**Заключительный этап**  
**Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике**  
**5 марта 2017 г.**  
**Решения и критерии оценки**  
**9 класс**



1. Мяч, брошенный вертикально вверх с высоты  $h$ , упал на пол через время  $t$ . На каком расстоянии  $L$  по горизонтали он ударится об пол, если его бросить с той же высоты и с той же начальной скоростью, но направленной горизонтально? Ускорение свободного падения  $g$ . Влиянием воздуха пренебречь.

**Возможное решение**

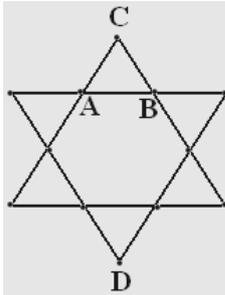
1. Рассмотрим движение по вертикали при броске мяча вверх. Из формулы перемещения при прямолинейном равноускоренном движении с ненулевой начальной скоростью получим  $gt^2/2 - vt = h$  <2>
2. Отсюда находим величину начальной скорости  $v = gt/2 - h/t$  <2>
3. Во втором случае падение по вертикали происходит с ускорением  $g$  и нулевой начальной скоростью, тогда  $gT^2/2 = h$  и  $T = \sqrt{2h/g}$ . <2>
4. Скорость движения по горизонтали постоянна и тогда  $L = vT$  <2>
5. Откуда после подстановок получаем ответ  $L = vT = (gt/2 - h/t)\sqrt{2h/g}$  <2>

**Разбалловка по этапам**

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Выражение перемещения по вертикали при броске вверх	$gt^2/2 - vt = h$	2
2	Нахождение начальной скорости	$v = gt/2 - h/t$	2
3	Нахождение времени падения при горизонтальном броске	$gT^2/2 = h$ и $T = \sqrt{2h/g}$ .	2
4	Постоянство горизонтальной скорости и выражение перемещения по горизонтали	$L = vT$	2
5	Ответ	$L = vT = (gt/2 - h/t)\sqrt{2h/g}$	2

**Комментарий:** этапы решения могут быть объединены (тогда при правильном решении оценка проводится из суммарного балла за этапы) или наоборот выбраны более мелкие шаги (оценка за них не должна менять суммарный балл). На 1 и 2 этапе может быть перепутан знак, тогда суммарно за два этапа 1 балл, а за ответ 0.

**Заключительный этап**  
**Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике**  
**5 марта 2017 г.**  
**Решения и критерии оценки**  
**9 класс**



2. Два одинаковых равносторонних проволочных треугольника спаяли так, что получилась симметричная шестиконечная звезда. Подключённый к точкам А и В омметр показал сопротивление  $r$ . Что покажет омметр при подключении его к точкам С и D?

**Возможное решение**

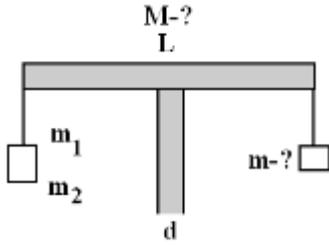
1. В первом варианте подключения имеем 5 последовательно соединённых треугольничков, параллельно которым подключён один треугольничек. <1>
2. Если сопротивление одной стороны треугольничка  $R$ , то его сопротивление  $R_1 = 2R \cdot R / (2R + R) = 2R/3$ . <2>
3. Сопротивление  $r = 5R_1 \cdot R_1 / (5R_1 + R_1) = 10R/18$ . <2>
4. Во втором варианте подключения ток от А к В нулевой, поэтому отрезок АВ можно выкинуть, не меняя токи в схеме. Выкинуть можно и сторону треугольничка, лежащую против угла D. <1>
5. Тогда получаются два одинаковых параллельно соединённых сопротивления, каждое из которых состоит из двух последовательно соединённых треугольничков и двух последовательно соединённых с ними сторон. <1>
6. Отсюда для сопротивления во втором случае имеем  $x = \frac{1}{2}(2R + 4R/3) = 5R/3$  <2>
7. Сравнивая это с выражением для  $r$ , получаем  $x = 3r$ ! <1>

**Разбалловка по этапам**

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Анализ первого варианта подключения		1
2	Нахождение сопротивления $R_1$	$R_1 = 2R \cdot R / (2R + R) = 2R/3$	2
3	Нахождение сопротивления $r$	$r = 5R_1 \cdot R_1 / (5R_1 + R_1) = 10R/18$	2
4	«Удаление» отрезков с нулевым током		1
5	Анализ второго варианта подключения		1
6	Нахождение сопротивления $x$	$x = \frac{1}{2}(2R + 4R/3) = 5R/3$	2
7	Нахождение связи $x$ с $r$	$x = 3r$	1

**Комментарий:** этапы решения могут быть объединены (тогда при правильном решении оценка проводится из суммарного балла за этапы) или наоборот выбраны более мелкие шаги (оценка за них не должна менять суммарный балл). 1 и 5 этапы это указания что с чем последовательно или параллельно соединено. Без эквивалента этих этапов решение будет необоснованным.

**Заключительный этап**  
**Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике**  
**5 марта 2017 г.**  
**Решения и критерии оценки**  
**9 класс**



3. На вертикальном бруске толщины  $d = 2$  см лежит симметрично однородный горизонтальный брусок длины  $L = 20$  см. К правому концу горизонтального бруска на лёгкой нити подвесили груз, а к левому – гири. Найдите массу груза и массу горизонтального бруска, если равновесие сохраняется при суммарной массе гирь от  $m_1 = 22$  г до  $m_2 = 107$  г, а вне этого интервала масс перевешивают или груз, или гири.

**Возможное решение**

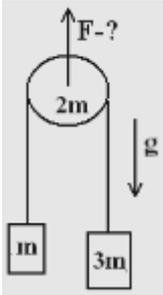
1. При массе гирь, меньшей  $m_1$ , поворот происходит вокруг правого ребра вертикального бруска. <1>
2. Условие равновесия в граничном случае  $m_1(L + d)/2 = m(L - d)/2 - Md/2$ . <2>
3. При массе гирь, большей  $m_2$ , поворот происходит вокруг левого ребра вертикального бруска. <1>
4. Условие равновесия в граничном случае  $m_2(L - d)/2 = m(L + d)/2 + Md/2$ . <2>
5. Отсюда  $m = (m_2 + m_1)/2 - (m_2 - m_1)d/2L \cong 60$  г; <2>
6.  $M = (m_2 - m_1)(L^2 + d^2)/2Ld - (m_2 + m_1) \cong 300$  г. <2>

**Разбалловка по этапам**

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Указание оси поворота в сторону груза		1
2	Равновесие моментов сил для этой оси	$m_1(L + d)/2 = m(L - d)/2 - Md/2$ .	2
3	Указание оси поворота в сторону гирь		1
4	Равновесие моментов сил для этой оси	$m_2(L - d)/2 = m(L + d)/2 + Md/2$	2
5	Нахождение массы груза	$m = (m_2 + m_1)/2 - (m_2 - m_1)d/2L \cong 60$ г	2
6	Нахождение массы бруска	$M = (m_2 - m_1)(L^2 + d^2)/2Ld - (m_2 + m_1) \cong 300$ г	2

**Комментарий:** Возможно участники исходные соотношения будут записывать сразу с числами, если они правильны и пояснены, то оценка не снижается. В пунктах 5 и 6 при правильном выражении в общем виде и отклонении в числе на 2% и более по 1 баллу.

**Заключительный этап**  
**Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике**  
**5 марта 2017 г.**  
**Решения и критерии оценки**  
**9 класс**



4. Грузы массой  $m$  и  $3m$  связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок массой  $2m$ . Блок тянут вверх с вертикальной силой  $F$ . Найдите наибольшее значение  $F$ , при котором нить не оборвётся, если разрыв происходит при натяжении нити  $T$ . Трения нет.

**Возможное решение**

1. Из нерастяжимости нити  $2a_2 = a_1 + a_3$ .  $\langle 2 \rangle$
2. Из второго закона Ньютона в применении к  $m$ :  $ma_1 = T - mg$ ;  $\langle 1 \rangle$
3. в применении к  $3m$ :  $3ma_3 = T - 3mg$ ;  $\langle 1 \rangle$
4. в применении к  $2m$ :  $2ma_2 = F - 2T - 2mg$ .  $\langle 2 \rangle$
5. Исключая ускорения, находим  $F = 10T/3$ .  $\langle 2+2 \rangle$

**Разбалловка по этапам**

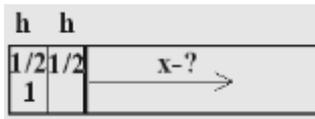
	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Связь ускорений из нерастяжимости нити	$2a_2 = a_1 + a_3$	2
2	Второй закон Ньютона для $m$	$ma_1 = T - mg$	1
3	Второй закон Ньютона для $3m$	$3ma_3 = T - 3mg$	1
4	Второй закон Ньютона для $2m$	$2ma_2 = F - 2T - 2mg$	2
5	Решение уравнений и получение ответа	$F = 10T/3$	2+2

**Заключительный этап  
Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике**

**5 марта 2017 г.**

**Решения и критерии оценки**

**9 класс**



5. Цилиндрический сосуд закрыт подвижным поршнем, который находится на расстоянии  $2h$  от его дна. На расстоянии  $h$  от дна сосуд перегорожен закрепленной мембраной, которая свободно пропускает молекулы водорода и непроницаема для молекул кислорода. В сосуде находится  $1$  г газообразного водорода, а объем между мембраной и дном содержит  $1$  г газообразного кислорода. Между мембраной и поршнем кислорода нет. Насколько нужно сместить поршень вправо, чтобы в объеме между дном сосуда и мембраной число молекул водорода стало вдвое больше числа молекул кислорода? Масса молекулы кислорода в  $16$  раз больше массы молекулы водорода. Газ равномерно заполняет доступный ему объём.

**Возможное решение**

- Исходно в объёме между дном и мембраной находится  $0,5$  г водорода и столько же в равном ему объёме между мембраной и поршнем. Из соотношения масс молекул получаем, что число молекул водорода в первом отсеке в  $8$  раз больше числа молекул кислорода. <2>
- Поэтому после перемещения поршня и равномерного распределения водорода по всему доступному ему объёму число молекул водорода в первом отсеке должно сократиться в  $4$  раза, чтобы достичь заданного соотношения числа молекул <2>.
- Тогда в  $4$  раза должна уменьшиться плотность водорода:  $\rho = \rho_0/4$  <2>.
- Из сохранения массы и равенства плотности водорода по всему объёму имеем:  $2\rho_0Sh = \rho S(2h + x)$  <2>.
- Откуда искомое смещение поршня  $x = 6h$  <2>.

**Разбалловка по этапам**

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение начального отношения числа молекул в 1-м отсеке	$N_H/N_O = 8$	2
2	Условие достижения заданного отношения	$N = 2N_O = N_H/4$	2
3	Отношение конечной и начальной плотности водорода	$\rho = \rho_0/4$	2
4	Неизменность суммарной массы водорода	$2\rho_0Sh = \rho S(2h + x)$	2
5	Решение уравнений и получение ответа	$x = 6h$	2