

# **I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников**

**Физика 12 ноября 2017 г.**

**Решения и критерии оценки 10 класс**

## **Рекомендации для жюри**

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения, 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 добавляются 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. Чтобы обеспечить сопоставимость результатов проверки, важно придерживаться этих рекомендаций и буквы и духа предложенных критериев оценки.

В любых вариантах полных и правильных решений обозначенные этапы могут быть представлены в другом порядке и с записью соотношений в другой форме. В комментариях могут быть указания на иные варианты решения или другие замечания, полезные при проверке.

Для удобства работы жюри, каждая задача представлена на отдельной странице.

# I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников

Физика 12 ноября 2017 г.

## Решения и критерии оценки 10 класс

1 Космический корабль двигался прямолинейно равнозамедленно. С корабля выбросили в направлении против его движения с относительной скоростью  $V_0$  небольшой контейнер с мусором. Через время  $t_0$  выбросили еще контейнер с той же скоростью. Через время  $t_0$  после выброса второго контейнера оба контейнера встретились. Чему равнялось ускорение корабля?

### Возможное решение

1. Решаем задачу координатным методом в системе «космос», отсчитывая время от момента выброса 1-го контейнера. Пусть в этот момент скорость корабля равнялась  $V_K$ . Координата (по направлению движения корабля) точки, в которой окажется 1-й контейнер к моменту встречи  $(V_K - V_0)2t_0$  <2 балла>.
2. 2-й контейнер вначале движется вместе с ракетой равнозамедленно и проходит расстояние  $V_K t_0 - at_0^2/2$  <2 балла>.
3. К моменту выброса этот контейнер имеет скорость  $V_K - at_0$  <1 балл>.
4. От момента выброса до встречи с 1-м контейнером он проходит  $(V_K - at_0 - V_0)t_0$  <1 балл>.
5. Координата 2-го контейнера к моменту встречи  $V_K t_0 - at_0^2/2 + (V_K - at_0 - V_0)t_0$  <2 балла>.
6. Приравнивание координат 1-го и 2-го контейнеров в момент встречи  $(V_K - V_0)2t_0 = V_K t_0 - at_0^2/2 + (V_K - at_0 - V_0)t_0$  <1 балл>.
7.  $a = 2V_0/3t_0$  <1 балл>.

### Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Определение координаты первого контейнера к моменту встречи	$(V_K - V_0)2t_0$	<b>2</b>
2	Определение пути корабля со вторым контейнером	$V_K t_0 - at_0^2/2$	<b>2</b>
3	Определение скорости второго контейнера	$V_K - at_0$	<b>1</b>
4	Нахождение пути второго контейнера	$(V_K - at_0 - V_0)t_0$	<b>1</b>
5	Определение координаты 2-го контейнера к моменту встречи	$V_K t_0 - at_0^2/2 + (V_K - at_0 - V_0)t_0$	<b>2</b>
6	Запись условия равенства координат 1-го и 2-го контейнеров в момент их встречи	$(V_K - V_0)2t_0 = V_K t_0 - at_0^2/2 + (V_K - at_0 - V_0)t_0$	<b>1</b>
7	Получение ответа	$a = 2V_0/3t_0$	<b>1</b>

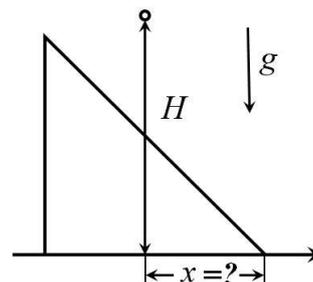
**Комментарии:** В системе отсчета, движущейся со скоростью  $V_K$ , решение выглядит проще, так как равенство координат записывается так:  $V_0 2t_0 = at_0^2/2 + (at_0 + V_0)t_0$ .

**I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников**

**Физика 12 ноября 2017 г.**

**Решения и критерии оценки 10 класс**

2. На массивный клин с углом при основании  $45^\circ$  с высоты  $H$  падают без начальной скорости маленькие шарики и упруго отражаются. При каком максимальном горизонтальном смещении начальной точки относительно нижнего правого края клина шарики будут ударяться о клин только один раз?



**Возможное решение**

1. Обозначим искомое расстояние  $x$ . Тогда удар шарика о клин будет на высоте  $x$  <1 балл>.
2. Скорость перед ударом находится из формул для равноускоренного движения  $V = \sqrt{2g(H-x)}$  (1) <2 балла>.
3. После удара скорость сохраняет свое значение, но направлена будет горизонтально <2 балла>.
4. Время дальнейшего падения  $t = \sqrt{2x/g}$  (2) <1 балл>.
5. Пройденное по горизонтали расстояние  $L$  определяется из (1) и (2)  
 $L = Vt = 2\sqrt{x(H-x)}$  (3) <2 балла>.
6. По условию необходимо  $L > x$  (4) <1 балл>.
7. Подставляя (3) в (4), получим  $x < 4H/5$  <1 балл>.

**Разбалловка по этапам**

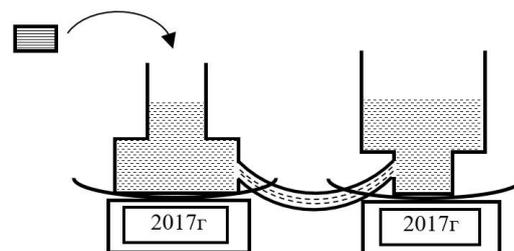
	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Определение положения шарика в момент удара		<b>1</b>
2	Нахождение скорости перед ударом	$V = \sqrt{2g(H-x)}$	<b>2</b>
3	Запись условия сохранения модуля скорости и изменения направления движения при упругом ударе		<b>2</b>
4	Определение времени падения	$t = \sqrt{2x/g}$	<b>1</b>
5	Определение перемещения по горизонтали	$L = 2\sqrt{x(H-x)}$	<b>2</b>
6	Запись условия одного удара	$L > x$	<b>1</b>
7	Получение ответа	$x < 4H/5$	<b>1</b>

# I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников

Физика 12 ноября 2017 г.

## Решения и критерии оценки 10 класс

3. Два наполненных водой и соединенных эластичной трубкой сообщающихся сосуда стоят на чашках двух электронных весов, которые показывают одинаковый вес 2017 г. В левый сосуд помещают деревянный брусок. Останутся ли показания весов равными, или, если они будут различаться, то в какую сторону? Что будет, если тот же брусок поместить в правый сосуд? Ответ обосновать.



### Возможное решение

1. Брусок плавает и, по закону Архимеда, вытесняет объем воды с массой, равной собственной массе <2 балла>.
2. Если брусок заменить вытесненной им водой, уровень воды в сосуде, в который брусок поместили, и масса этого сосуда не изменится <2 балла>.
3. Не изменится и количество воды во втором сосуде <1 балл>.
4. Поскольку существует единственное равновесное состояние системы, то, наливая в соответствующий сосуд воды с массой, равной массе бруска, мы получим тот же эффект, что и от помещения туда бруска <1 балл>.
5. Поскольку сосуды сообщающиеся, то в результате добавления в них воды, ее уровень поднимется на одинаковую величину  $\Delta h$  и в правом и в левом сосуде <1 балл>.
6. При этом, в правом сосуде добавится объем воды  $S_2\Delta h$ , а в левом –  $S_1\Delta h$ , где  $S_1$  и  $S_2$  – площади «верхних» сечений сосудов. Поскольку  $S_2 > S_1$ , то в правый сосуд попадет большее количество воды, чем в левый, и показания правых весов станут больше, чем левых <2 балла>.
7. Приведенные рассуждения не зависят от того, в какой из сосудов поместили брусок <1 балл>.

### Разбалловка по этапам

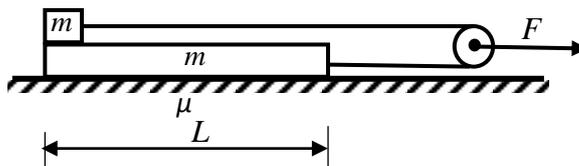
	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение объема вытесненной воды		2
2	Постоянство массы сосуда при замене бруска вытесненной им водой		2
3	Постоянство количества воды во втором сосуде		1
4	Замена бруска вытесненной им водой		1
5	Запись условия равенства уровня воды в сосудах		1
6	Определение распределения добавленной жидкости по сосудам	В правом – $S_2\Delta h$ , в левом – $S_1\Delta h$ , $S_2 > S_1$	2
7	Утверждение об эквивалентности результатов при помещении бруска в левый и правый сосуды		1

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников

Физика 12 ноября 2017 г.

Решения и критерии оценки 10 класс

4. Имеется два бруска разной формы, но одинаковой массы  $m$ : брусок длины  $L$  лежит на столе, а короткий брусок находится на левом краю длинного. Бруски связаны нитью, переброшенной через невесомый блок. Между брусками отсутствует трение, а коэффициент трения между длинным бруском и столом равен  $\mu$ . После того, как на блок начали действовать постоянной силой  $F$ , короткий брусок некоторое время двигался по длинному, а затем упал с его правого края. На какое расстояние к этому моменту переместился блок?



**Возможное решение**

1. На бруски действует одинаковая сила натяжения нити  $T = F/2$  <1 балл>.
2. На нижний брусок кроме того действует сила трения  $F_{TP} \leq \mu N$  <1 балл>.
3. Из условия равновесия по вертикали верхнего бруска сила его давления на нижний  $N_{12} = mg$ , а нижнего:  $N = N_{12} + mg = 2mg$  <1 балл>.
4. Второй закон Ньютона для малого бруска:  $ma_1 = T$  <1 балл>.
5. Второй закон Ньютона для большого бруска  $ma_2 = T - F_{TP}$  <1 балл>.
6. Условие перемещения малого бруска относительно большого:  $S_1 - S_2 = L = (a_1 - a_2)t^2/2$  <1 балла>.
7. Если  $F \geq 4\mu mg$ , большой брусок скользит по столу,  $F_{TP} = 2\mu mg$  и  $S_2 = L \frac{F - 4\mu mg}{4\mu mg}$ ,  $S_1 = L \frac{F}{4\mu mg}$  <1 балл>, в противном случае  $S_2 = 0$   $S_1 = L$  <1 балл>.
8. Кинематическая связь блока и брусков  $S_b = (S_1 + S_2)/2$  <1 балл>

**Ответ:**  $S_b = L \frac{F - 2\mu mg}{4\mu mg}$  при  $F \geq 4\mu mg$  <1балл>;  $S_b = \frac{L}{2}$  при  $F < 4\mu mg$  <1балл>

**Разбалловка по этапам**

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение силы натяжения	$T = F/2$	1
2	Определение силы трения действующей на нижний брусок	$F_{TP} \leq \mu N$	1
3	Определение реакций	$N_{12} = mg, N = N_{12} + mg = 2mg$	1
4	II закон Ньютона для малого бруска	$ma_1 = T$	1
5	II закон Ньютона для большого бруска	$ma_2 = T - F_{TP}$	1
6	Нахождение перемещения брусков относительно друг друга	$S_1 - S_2 = L = (a_1 - a_2)t^2/2$	1

**I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников**

**Физика 12 ноября 2017 г.**

**Решения и критерии оценки 10 класс**

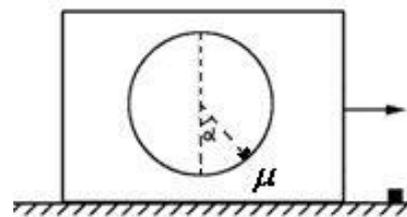
7	Нахождение перемещения брусков при скольжении большого бруска по столу	$S_1 = L \frac{F}{4\mu mg}$ , $S_2 = L \frac{F - 4\mu mg}{4\mu mg}$	<b>1</b>
8	Кинематическая связь движения блока и брусков	$S_6 = (S_1 + S_2) / 2$	<b>1</b>
9	Нахождение ответа при скольжении большого бруска по столу	$S_B = L \frac{F - 2\mu mg}{4\mu mg}$	<b>1</b>
1 0	Нахождение ответа при условии отсутствия скольжения большого бруска	$S_B = L / 2$	<b>1</b>

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников

Физика 12 ноября 2017 г.

Решения и критерии оценки 10 класс

5. Небольшое тело массы  $m$  находится на поверхности цилиндрического отверстия, вырезанного в прямоугольной подставке. Вначале подставка движется вправо с постоянной скоростью, а затем резко останавливается, налетев на препятствие. Коэффициент трения между подставкой и телом  $\mu = \sqrt{3}$ . При каких начальных положениях тела (задаваемых углом  $\alpha$  с вертикалью) тело не будет скользить ни вначале, ни при торможении, ни после остановки?



**Возможное решение**

1. Вначале при равномерном движении тело не скользит, если скатывающая сила  $mg \sin \alpha$  меньше силы трения скольжения  $\mu mg \cos \alpha$ , т.е.  $\text{tg } \alpha < \mu$  <2 балла>.
2. То же верно и после остановки, если скорость тела после остановки подставки  $v_T$  равна нулю <2 балла>.
3. При резком торможении в системе отсчета, связанной с подставкой, «тяжесть» становится практически горизонтальной, и место угла  $\alpha$  «займет» угол  $\frac{\pi}{2} - \alpha$ , и скорость тела относительно подставки в процессе торможения останется нулевой при  $\frac{1}{\text{tg } \alpha} < \mu$  <4 балла>.
4. При  $\mu < 1$  (как обычно предполагается в школьных задачах) оба неравенства не могут выполняться одновременно. Но при заданном  $\mu > 1$  искомый интервал углов существует, для заданного  $\mu = \sqrt{3}$  интервал  $\frac{\pi}{6} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{3}$  <2 балла>.

**Разбалловка по этапам**

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение условия отсутствия относительного движения в начальный момент	$\text{tg } \alpha < \mu$	2
2	Нахождение условия отсутствия относительного движения после остановки	$v_T=0, \text{tg } \alpha < \mu$	2
3	Нахождение условия отсутствия относительного движения в момент торможения	$\frac{1}{\text{tg } \alpha} < \mu$	4
4	Нахождение условия отсутствия относительного движения во всех фазах движения	$\frac{\pi}{6} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{3}$	2