

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

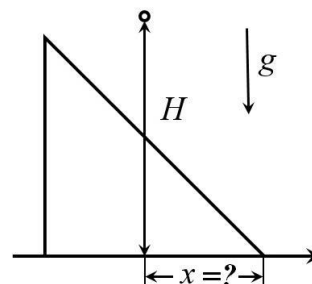
Комментарии: В системе отсчета, движущейся со скоростью V_K , решение выглядит проще, так как равенство координат записывается так: $V_0 2t_0 = at_0^2/2 + (at_0 + V_0)t_0$.

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° 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

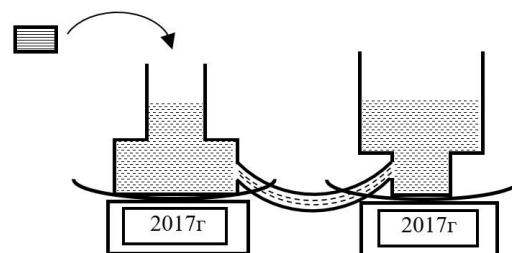
	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Определение положения шарика в момент удара		1
2	Нахождение скорости перед ударом	$V = \sqrt{2g(H-x)}$	2
3	Запись условия сохранения модуля скорости и изменения направления движения при упругом ударе		2
4	Определение времени падения	$t = \sqrt{2x/g}$	1
5	Определение перемещения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

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 Δh 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

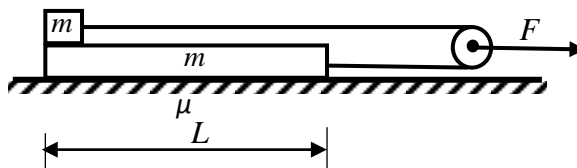
	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение объема вытесненной воды		2
2	Постоянство массы сосуда при замене бруска вытесненной им водой		2
3	Постоянство количества воды во втором сосуде		1
4	Замена бруска вытесненной им водой		1
5	Запись условия равенства уровня воды в сосудах		1
6	Определение распределения 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 μ . 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

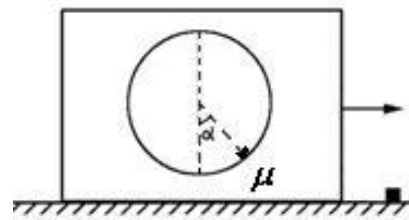
7	Нахождение перемещения брусков при скольжении большого бруска по столу	$S_1 = L \frac{F}{4\mu mg}$, $S_2 = L \frac{F - 4\mu mg}{4\mu mg}$	1
8	Кинематическая связь движения блока и брусков	$S_6 = (S_1 + S_2) / 2$	1
9	Нахождение ответа при скольжении большого бруска по столу	$S_B = L \frac{F - 2\mu mg}{4\mu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

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 α 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 α «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