I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 11 класс

Рекомендации для жюри

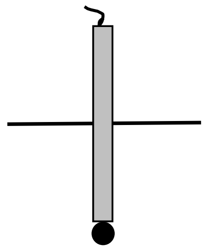
Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения, отличные от приведённых ниже. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не 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. 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 11 класс

1. В воде плавает тонкая свеча, изготовленная из очень легкого структурированного парафина. К нижней части свечи, чтобы она не опрокидывалась, прикреплен небольшой груз. В результате погруженной оказалась половина свечи. Свечу поджигают. Через какое время свеча полностью погрузится в воду, если за единицу времени сгорает масса α? Плотность воды больше плотности парафина в 2,5 раза, масса свечи m. Считать, что свеча выгорает полностью, и массой стекающего по поверхности свечи расплавленного парафина пренебречь.



Возможное решение

1. Обозначим начальный объем свечи V, ее конечный объем $V_Х$, объем груза $V_{ГР}$, плотность материала груза $\rho_{ГР}$, плотность воды $\rho_В$, по условию задачи плотность парафина равна 0,4 $\rho_В$ <1 балл>.
2. Приравнивание силы тяжести и силы Архимеда в начале процесса горения: $0{,}4\rho_В V g + \rho_{ГР}V_{ГР}g = \rho_В V g/2 + \rho_В V_{ГР}g$ (1) <2 балла>.
3. Приравнивание силы тяжести и силы Архимеда в конце процесса горения $0{,}4\rho_В V_Х g + \rho_{ГР}V_{ГР}g = \rho_В V_Х g + \rho_В V_{ГР}g$ (2) <3 балла>.
4. Вычитая из (1) (2), получим $V_Х = V/6$ <2 балла>.
5. Следовательно, масса свечи уменьшилась на $5m/6$, а искомое время $t = 5m/6\alpha$ <2 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Корректная постановка задачи		***1***
2	Баланс сил в начале горения свечи	$0{,}4\rho_В V g + \rho_{ГР}V_{ГР}g = \rho_В V g/2 + \rho_В V_{ГР}g$	***2***
3	Баланс сил в конце горения свечи	$0{,}4\rho_В V_Х g + \rho_{ГР}V_{ГР}g = \rho_В V_Х g + \rho_В V_{ГР}g$	***3***
4	Определение конечного объема свечи	$V_Х = V/6$	***2***
5	Нахождение времени	$t = 5m/6\alpha$	***2***

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 11 класс

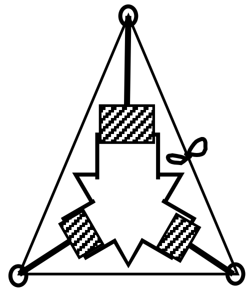
2. В вертикальный длинный цилиндрический сосуд с воздухом вставлен герметичный поршень массы M сечением S. Вначале поршень покоился. Поршню рывком сообщили направленную вверх скорость U_0, которая при дальнейшем движении не изменялась. С какой массовой скоростью (в кг/с) надо подавать в цилиндр воздух, чтобы обеспечить такое движение поршня? Атмосферное давление P_0. Трением пренебречь. Ускорение свободного падения g. Считать температуру постоянной и равной T_0. Молярная масса воздуха μ, универсальная газовая постоянная R .

1. Начальное равновесие поршня $P = P_0+Mg/S$ (1) <1 балл>.
2. Это давление должно сохраняться, чтобы скорость поршня в дальнейшем не изменялась <1 балл>.
3. Пусть начальная высота воздушного столба под поршнем L. Объем столба будет меняться со временем $V = (L+ U_0t)S$ (2) <2 балла>.
4. Уравнение состояния газа массы m: $PV = m\frac{RT_0}{\mu}$ (3) <2 балла>.
5. Подставляя (1), (2) в (3) $m = \frac{\mu PV}{RT_0} = \frac{\mu(P_0 + Mg/S)S(L + U_0 t)}{RT_0}$ (4) <2 балла>.
6. Из линейной зависимости от времени массы m (4) получим скорость изменения массы воздуха под поршнем $\frac{\mu(P_0 + Mg/S)SU_0}{RT_0}$ <2 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Получение условия начального равновесия поршня	$P = P_0+Mg/S$	***1***
2	Получение условия сохранения скорости поршня		***1***
3	Нахождение изменения объема	$V = (L+ U_0t)S$	***2***
4	Запись уравнения состояния газа	$PV = m\frac{RT_0}{\mu}$	***2***
5	Получение уравнения на массу	$m = \frac{\mu PV}{RT_0} = \frac{\mu(P_0 + Mg/S)S(L + U_0 t)}{RT_0}$	***2***
6	Получение ответа	$\frac{\mu(P_0 + Mg/S)SU_0}{RT_0}$	***2***

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 11 класс



3. Изображенное на рисунке заполненное воздухом пневматическое устройство содержит три цилиндра с подвижными поршнями, выставленными под углами 120° друг относительно друга. Два поршня имеют площадь поперечного сечения s_1 и один s_2 ($s_2 > s_1$). Для транспортировки цилиндры стянули веревкой, продетой через кольца жестко соединенных с поршнями стержней (штоков). При каком отношении площадей s_2/s_1 удастся закрепить поршни таким образом? Трением между веревкой и отверстиями в штоках и между поршнями и стенками цилиндров пренебречь.

Возможное решение

1. Пусть избыточное давление в устройстве P. Для равновесия необходимо, чтобы $Ps_2 = F_2$ и $Ps_1 = F_1$, где F_2 и F_1 проекции на ось штока соответствующего поршня действующей со стороны веревки силы <1 балл>.
2. Пусть половина верхнего угла треугольника α. Тогда $F_2 = 2T\cos\alpha$ <2 балла>.
3. Аналогичная проекция для нижнего поршня $F_1 = T\cos 30^\circ + T\cos(60^\circ - \alpha)$ <2 балла>.
4. Отношение $\dfrac{F_2}{F_1} = \dfrac{2\cos\alpha}{\cos 30^\circ + \cos(60^\circ - \alpha)}$. Чем меньше α, тем больше числитель и меньше знаменатель <2 балла>.
5. При $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ (по строению устройства), поэтому $1 < \dfrac{F_2}{F_1} < \dfrac{4}{\sqrt{3}+1}$. Если $1 < \dfrac{Ps_2}{Ps_1} < \dfrac{4}{\sqrt{3}+1}$, то при стягивании веревки будет достигнут угол α, обеспечивающий равновесие <1 балл>.
6. Если увеличить верхний (по рисунку) угол, который обеспечивал равновесие (см. выше п.5) то вследствие неравенств $F_2 < Ps_2$, $F_1 > Ps_1$ верхний поршень будет выдвигаться, уменьшая угол. Если верхний угол уменьшить, то неравенства поменяют знак, и верхний поршень будет вдвигаться, увеличивая угол. Следовательно, найденное равновесие устойчиво <2 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Запись условия равновесия	$Ps_2 = F_2$, $Ps_1 = F_1$	***1***
2	Определение силы, действующей на верхний поршень	$F_2 = 2T\cos\alpha$	***2***

3	Определение силы, действующей на нижний поршень	$F_1 = T\cos 30^\circ + T\cos(60^\circ - \alpha)$	***2***
4	Фиксация монотонной зависимости от угла α отношения сил, действующих на верхний и нижний поршень	$\frac{F_1}{F_2} = \frac{2\cos\alpha}{\cos 30^\circ + \cos(60^\circ - \alpha)}$,	***2***
5	Определения диапазона отношения сил, действующих на верхний и нижний поршень	$0^\circ < \alpha < 30^\circ, 1 < \frac{F_1}{F_2} < \frac{4}{\sqrt{3}+1}$, $1 < \frac{Ps_2}{Ps_1} < \frac{4}{\sqrt{3}+1}$	***1***
6	Анализ устойчивости равновесия		***2***

Комментарий: Может понадобиться удлинить верхний шток, но это не является проблемой. Ответ: $1 < \frac{s_2}{s_1} < \frac{4}{\sqrt{3}+1}$.

4. Пучок неизвестных частиц проходит через камеру, содержащую воздух с парами воды. Некоторые частицы выбивают ядра атомов из молекул. Измерения показали, что максимальные кинетические энергии выбитых ядер водорода в 4 раза больше, чем у выбитых ядер азота. Найти массу частиц, считая удары упругими и пренебрегая силами, удерживающими ядра в молекулах. Движением ядер до удара можно пренебречь. Массу ядра водорода принять равной 1, а ядра азота – 14 атомных единиц массы.

Возможное решение

1. Обозначаем массу неизвестной частицы в атомных единицах m. Максимальная энергия неподвижного ядра массы M после взаимодействия с частицей приобретается при лобовом упругом соударении <2 балл>.
2. Из законов сохранения $mV = mv + Mu$, $\frac{mV^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$ <2 балла>.
3. Получаем $u = \frac{2mV}{M+m}$, $\frac{Mu^2}{2} = 2M\frac{m^2V^2}{(M+m)^2}$ <2 балла>.
4. Сравниваем энергии водорода и азота (M = 14): $1 \cdot \frac{m^2V^2}{(1+m)^2} = 4 \cdot 14 \cdot \frac{m^2V^2}{(14+m)^2}$, откуда $14 + m = 2\sqrt{14} \cdot (1+m)$ <3 балла>.
5. $m = \frac{14-2\sqrt{14}}{2\sqrt{14}-1} = 1.00515$ атомных единиц массы. <1 балл>.

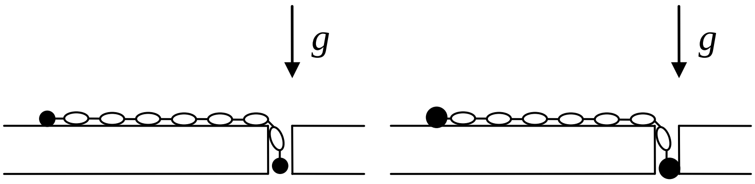
Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Указание условия максимальности энергии при лобовом столкновении		***2***
2	Запись ЗСЭ	$mV = mv + Mu$, $\frac{mV^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$	***2***
3	Определение скорости	$u = \frac{2mV}{M+m}$, $\frac{Mu^2}{2} = 2M\frac{m^2V^2}{(M+m)^2}$	***2***
4	Проведение сопоставления энергий водорода и азота	$1 \cdot \frac{m^2V^2}{(1+m)^2} = 4 \cdot 14 \cdot \frac{m^2V^2}{(14+m)^2}$ $14 + m = 2\sqrt{14} \cdot (1+m)$	***3***
5	Получение ответа	$m = \frac{14-2\sqrt{14}}{2\sqrt{14}-1} = 1.00515$	***1***

Комментарий: Масса неизвестных частиц очень близка к массе протона (в задаче описана, с некоторыми упрощениями, постановка опытов Чедвика, открывшего в 1932 г. нейтрон именно путем сравнения энергий отдачи ядер азота и водорода).

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 11 класс

5. У растянутой на столе массивной цепочки один конец находится возле дырки. К концам цепочки прицепили одинаковые небольшие гирьки так, что одна гирька свесилась в дырку. После того, как цепочку отпустили, она стала соскальзывать в дырку стола. Чтобы уменьшить время соскальзывания, первоначальные гирьки заменили на гирьки удвоенной массы и эксперимент повторили. Правильно ли сделали? Обоснуйте свой ответ. Трением пренебречь.



Возможное решение

1. Пусть длина цепочки L, ее масса m, масса гирьки M. Из закона сохранения энергии получим зависимость скорости цепочки с гирьками U_1 от длины «свешивающейся» части x

   $m\frac{U_1^2}{2}+2M\frac{U_1^2}{2}=m\frac{x}{L}g\frac{x}{2}+Mgx$ (1) <3 балла>.

2. Из (1) $U_1=\sqrt{\dfrac{mg\left(\frac{x}{L}\right)x+2Mgx}{m+2M}}=\sqrt{\dfrac{gx^2}{L}+\dfrac{2Mgx\left(1-\frac{x}{L}\right)}{m+2M}}$ (2) <2 балла>.

3. Скорость цепочки с гирьками удвоенной массы при том же значении x

   $U_2=\sqrt{\dfrac{gx^2}{L}+\dfrac{4Mgx\left(1-\frac{x}{L}\right)}{m+4M}}$ (3) <1 балл>.

4. Все члены в подкоренных выражениях (2) и (3) положительны. 1-е члены в выражениях тождественны. Запишем отношения 2-го члена в (3) к соответствующему в (2) $\dfrac{4M(m+2M)}{2M(m+4M)}=\dfrac{4m+8M}{2m+8M}>1$. То есть $U_2>U_1$ для любых одинаковых x <2 балла>.

5. Отсюда следует, что при одинаковом малом приращении Δx соответствующее малое время для цепочки с гирьками удвоенной массы Δt_2 будет меньше, так как $\Delta t_1=\dfrac{\Delta x}{U_1}>\Delta t_2=\dfrac{\Delta x}{U_2}$ <1 балл>.

6. Ввиду произвольности x полное время соскальзывания цепочки с гирьками удвоенной массы будет меньше <1 балл>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 11 класс

1	Запись закона сохранения энергии	$m\frac{U_1^2}{2}+2M\frac{U_1^2}{2}=m\frac{x}{L}g\frac{x}{2}+Mgx$	***3***
2	Получение скорости цепочки	$U_1=\sqrt{\frac{mg\left(\frac{x}{L}\right)x+2Mgx}{m+2M}}=\sqrt{\frac{gx^2}{L}+\frac{2Mgx\left(1-\frac{x}{L}\right)}{m+2M}}$	***2***
3	Получение скорости цепочки с гирьками удвоенной масс	$U_2=\sqrt{\frac{gx^2}{L}+\frac{4Mgx\left(1-\frac{x}{L}\right)}{m+4M}}$	***1***
4	Вывод соотношения: $U_2>U_1$	$\frac{4M(m+2M)}{2M(m+4M)}=\frac{4m+8M}{2m+8M}>1$	***2***
5	Получение времен соскальзывания	$\Delta t_1=\frac{\Delta x}{U_1}>\Delta t_2=\frac{\Delta x}{U_2}$	***1***
6	Общий вывод		***1***

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 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. 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

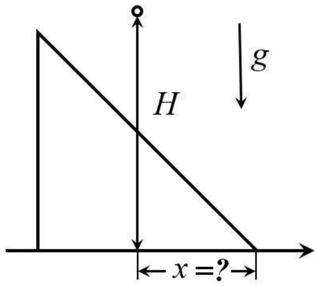
1. Решаем задачу координатным методом в системе «космос», отсчитывая время от момента выброса 1-го контейнера. Пусть в этот момент скорость корабля равнялась $V_{\text{К}}$. Координата (по направлению движения корабля) точки, в которой окажется 1-й контейнер к моменту встречи $(V_{\text{К}} – V_0)2t_0$ <2 балла>.
2. 2-й контейнер вначале движется вместе с ракетой равнозамедленно и проходит расстояние $V_{\text{К}}t_0–at_0^2/2$ <2 балла>.
3. К моменту выброса этот контейнер имеет скорость $V_{\text{К}} – at_0$ <1 балл>.
4. От момента выброса до встречи с 1-м контейнером он проходит $(V_{\text{К}} – at_0–V_0)t_0$ <1 балл>.
5. Координата 2-го контейнера к моменту встречи $V_{\text{К}}t_0–at_0^2/2 +(V_{\text{К}} – at_0–V_0)t_0$ <2 балла>.
6. Приравнивание координат 1-го и 2-го контейнеров в момент встречи $(V_{\text{К}} – V_0)2t_0 = V_{\text{К}}t_0–at_0^2/2 +(V_{\text{К}} – at_0–V_0)t_0$ < 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	$(V_{\text{К}} – V_0)2t_0$	***2***
2	Определение пути корабля со вторым контейнером	$V_{\text{К}}t_0–at_0^2/2$	***2***
3	Определение скорости второго контейнера	$V_{\text{К}} – at_0$	***1***
4	Нахождение пути второго контейнера	$(V_{\text{К}} – at_0–V_0)t_0$	***1***
5	Определение координаты 2-го контейнера к моменту встречи	$V_{\text{К}}t_0–at_0^2/2 +(V_{\text{К}} – at_0–V_0)t_0$	**2**
6	Запись условия равенства координат 1-го и 2-го контейнеров в момент их встречи	$(V_{\text{К}} – V_0)2t_0 = V_{\text{К}}t_0–at_0^2/2 +(V_{\text{К}} – at_0–V_0)t_0$	***1***
7	Получение ответа	$a = 2V_0/3t_0$	***1***

Комментарии: В системе отсчета, движущейся со скоростью $V_{\text{К}}$, решение выглядит проще, так как равенство координат записывается так: $V_02t_0 = at_0^2/2 +(at_0 +V_0)t_0$.

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 45^0 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?

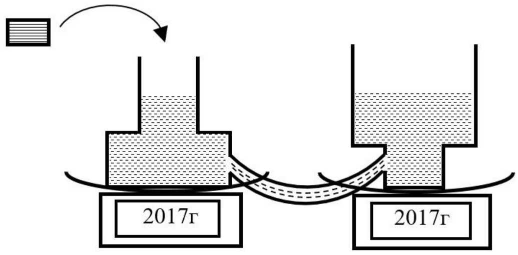
Возможное решение

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.

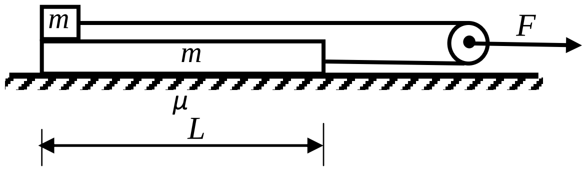
Возможное решение

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 изменятся <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 $F_{TP} \le \mu N$ <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 $F \ge 4\mu mg$, большой брусок скользит по столу, $F_{Tp} = 2\mu mg$ и $S_2 = L\dfrac{F - 4\mu mg}{4\mu mg}$, $S_1 = L\dfrac{F}{4\mu mg}$ <1 балл>,в противном случае $S_2 = 0$ $S_1 = L$ <1 балл>.
8. Кинематическая связь блока и брусков $S_б = (S_1 + S_2)/2$ <1 балл>

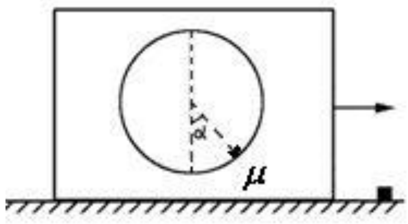
Ответ: $S_Б = L\dfrac{F - 2\mu mg}{4\mu mg}$ при $F \ge 4\mu mg$ <1балл>; $S_Б = \dfrac{L}{2}$ при $F < 4\mu mg$ <1балл>

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение силы натяжения	$T = F/2$	***1***
2	Определение силы трения действующей на нижний брусок	$F_{TP} \le \mu N$	***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***

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	$S_б = (S_1 + S_2)/2$	***1***
9	Нахождение ответа при скольжении большого бруска по столу	$S_Б = L\frac{F-2\mu mg}{4\mu mg}$	***1***
10	Нахождение ответа при условии отсутствия скольжения большого бруска	$S_Б = L/2$	***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. $\mathrm{tg}\,\alpha < \mu$ <2 балла>.
2. То же верно и после остановки, если скорость тела после остановки подставки $v_т$ 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 $\frac{1}{\mathrm{tg}\,\alpha} < \mu$ <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 $\frac{\pi}{6} \le \alpha \le \frac{\pi}{3}$ <2 балла>.

Разбалловка по этапам

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

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 9 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 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. 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 9 класс

1. Двигаясь вниз по течению реки, катер под железнодорожным мостом обогнал плот. Достигнув автомобильного моста, расположенного на расстоянии L_1 = 3 км от железнодорожного, катер быстро развернулся и пошел вверх против течения. Пройдя расстояние L_2 = 2 км, он снова повстречал плот. Определите $U_{Р}$ скорость течения реки, если по озеру катер ходит со скоростью $U_{К}$ = 36 км/ч. Представьте ответ в системе СИ.

Возможное решение

1. Скорость плота $U_{Р}$, скорость катера по течению $U_{К} + U_{Р}$, против течения $U_{К} – U_{Р}$ <1+1+1 баллов>.
2. Время движения катера от ж/д моста до автомобильного $L_1/(U_{К} + U_{Р})$ <1 балл>.
3. От автомобильного моста до 2-й встречи с плотом $L_2/(U_{К} – U_{Р})$ <1 балл>.
4. Время движения плота от 1-й до 2-й встречи с катером $(L_1 – L_2)/U_{Р}$ <1 балл>.
5. Приравнивание времен движения катера и плота
   $L_1/(U_{К} + U_{Р}) + L_2/(U_{К} – U_{Р}) = (L_1 – L_2)/U_{Р}$ <1 балл>.
6. Определение скорости реки $U_{Р} = U_{К}(L_1 – L_2)/(L_1 + L_2)$ <2 балла>.
7. Численное значение для скорости в системе СИ
   $U_{Р} = U_{К}/5$ = 7,2 км/ч = 2 м/с <1 балл>.

Разбалловка по этапам решения

	Этапы решения	Соотношения	Балл
1	Выражение для скоростей плота, катера по течению, против течения	$U_{Р}$, $U_{К} + U_{Р}$, $U_{К} – U_{Р}$	***1+1+1***
2	Выражение для времени движения катера от ж/д моста до автомобильного	$L_1/(U_{К} + U_{Р})$	***1***
3	Выражение для времени движения катера от автомобильного моста до 2-й встречи с плотом	$L_2/(U_{К} – U_{Р})$	***1***
4	Выражение для времени движения плота от 1-й встречи с катером до 2-й	$(L_1 – L_2)/U_{Р}$	***1***
5	Приравнивание времен движения катера и плота	$L_1/(U_{К} + U_{Р}) + L_2/(U_{К} – U_{Р}) = (L_1 – L_2)/U_{Р}$	***1***
6	Нахождение скорости реки	$U_{Р} = U_{К}(L_1 – L_2)/(L_1 + L_2)$	***2***
7	Получение числового ответа	$U_{Р}$ = 2 м/с	***1***

Комментарии: Участники олимпиады могут сразу подставлять вместо параметров их численные значения.

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 9 класс

2. По дороге регулярно через L=1 км встречаются перекрестки со светофорами. Светофоры на соседних перекрестках переключаются с одинаковым периодом (через одинаковое время), но с некоторой постоянной задержкой друг относительно друга, в режиме «зеленая волна». Найдите максимальное возможное значение периода времени, с которым должен включаться разрешающий сигнал светофоров и необходимое при этом периоде время задержки, чтобы в обе стороны можно было перемещаться по дороге без остановок со скоростью V = 60 км/час?

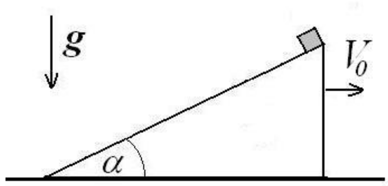
Возможное решение

1. Для того, чтобы автомобиль неограниченно долго двигался без остановок, он на каждом из светофоров должен попадать в одну фазу <1 балл>.
2. Если задержка переключения соседних светофоров Δt, а зеленый свет включается через время Т, то при движении вперед: $t = kT - \Delta t$ (1) <2 балла>.
3. При движении назад: $t = nT + \Delta t$ (2) <2 балла>.
4. При $t > 0$ $k \geq 1$, $n \geq 0$ <1 балл>.
5. Решаем систему уравнений (1), (2) относительно T, Δt при заданном t $T = 2t/(n+k)$, $\Delta t = t(k-n)/(k+n)$. <1 балл>.
6. Максимальный период при $n = 0, k = 1$, $T = 2t = 2L/v = 2$ мин <2 балла>.
7. Время задержки Δt=1мин <1 балл>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Определение условия движения без остановок		***1***
2	Определение времени движения вперед	$t = kT - \Delta t$	***2***
3	Определение времени движения назад	$t = nT + \Delta t$	***2***
4	Получение условий на k и n	$t > 0$ $k \geq 1$, $n \geq 0$	***1***
5	Решение системы уравнений	$T = 2t/(n+k), \Delta t = t(k-n)/(k+n)$	***1***
6	Нахождение максимального периода	$n = 0, k = 1$, $T = 2t = 2L/v = 2$	***2***
7	Нахождение времени задержки	Δt=1мин	***1***

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 9 класс



3. Небольшое тело массы m лежит на вершине неподвижного клина высотой H, верхняя плоскость которого наклонена к горизонту под углом α. Клину внезапно придают горизонтальную скорость V_0, которую поддерживают при его движении. В результате тело отрывается от поверхности. Найти время, через которое тело вновь коснется клина. Ускорение свободного падения g.

Возможное решение

1. Тело падает вертикально вниз с ускорением g <1 балл>.
2. За время t оно пройдет расстояние $gt^2/2$ (1) <2 балла>.
3. За это же время клин проедет расстояние V_0t вправо <1 балл>.
4. Плоскость клина под телом опустится на $V_0t\cdot\text{tg}\alpha$ (2) <2 балла>.
5. Приравнивая (1) и (2), получаем $t = 2V_0\text{tg}\alpha/g$ <2 балла>.
6. Второй корень $t = 0$ означает исходное положение. Если весь клин успеет выехать, то касания не произойдет <1 балл>.
7. На высоту клина есть ограничение $gt^2/2 < H$ <1 балл>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Определение характера движения тела		***1***
2	Нахождение перемещения тела	$gt^2/2$	***2***
3	Нахождение перемещения клина	V_0t	***1***
4	Выражение для высоты клина под телом	$V_0t\cdot\text{tg}\alpha$	***2***
5	Решение системы уравнений	$t = 2V_0\text{tg}\alpha/g$	***2***
6	Обсуждение условия $t = 0$		***1***
7	Ограничение на высоту клина или скорость V_0	$gt^2/2 < H$	***1***

Комментарии: Решение в системе отсчета клина может быть методически проще.

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 9 класс

4. После того как абсолютно сухую губку положили на воду, она погрузилась наполовину. Когда она полностью пропиталась водой, то 1/6 ее часть осталась непогруженной. Какая часть X от объема сухой губки будет занята водой?

Возможное решение

1. Пусть объем губки V, искомая часть объема равна X, плотность вещества, из которого изготовлена губка $\rho_Г$, плотность воды ρ. Вначале искомый объем VX был занят воздухом, плотностью которого можно пренебречь <1 балл>.
2. Равенство силы тяжести и архимедовой силы сухой губки
   $\rho_Г(1-X)V = \rho_В V/2$ (1) <2 балла>.
3. Равенство силы тяжести и архимедовой силы «намокшей» губки
   $\rho_Г(1-X)V + \rho_В XV = 5\rho_В V/6$ (2) <3 балла>.
4. Вычитая из (2) (1) получим $\rho_В V/2 + \rho_В XV = 5\rho_В V/6$ <2 балла>.
5. Ответ $X = 1/3$ <2 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Корректная постановка задачи		***1***
2	Баланс сил для сухой губки	$\rho_Г(1-X)V = \rho_В V/2$	***2***
3	Баланс сил для «намокшей» губки	$\rho_Г(1-X)V + \rho_В XV = 5\rho_В V/6$	***3***
4	Получение уравнения на X	$\rho_В V/2 + \rho_В XV = 5\rho_В V/6$	***2***
5	Получение ответа	$X = 1/3$	***2***

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 12 ноября 2017 г.
Решения и критерии оценки 9 класс

5. Отрезок провода круглого сечения имел длину L_1. С помощью молотка и наковальни провод расплющили в тонкую пластинку длины L_2. Во сколько раз возросло сопротивление провода, если плотность материала и удельное сопротивление не изменились?

Возможное решение

1. Для провода, имеющего в любом месте поперечное сечение одинаковой формы и размера, сопротивление R определяется формулой $R = \lambda L/S$ (1) <2 балла>, где λ - удельное сопротивление материала, длина провода – L, площадь его сечения S.
2. Неизменно не только удельное сопротивление, но и плотность, а, следовательно, и объем провода. Пусть площадь сечения круглого провода равняется S_1, а пластинки – S_2. Равенство объемов дает $L_1S_1 = L_2S_2$ (2) <3 балла>.
3. Сопротивление увеличилось в R_2/R_1 раз, именно, с учетом (1) в L_2S_1/L_1S_2 раз (3) <3 балла>.
4. Подставляя (2) в (3), получим, что сопротивление увеличилось в $(L_2/L_1)^2$ раз <2 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Выражение для сопротивления провода произвольной формы	$R = \lambda L/S$	***2***
2	Указание сохранения объема	$L_1S_1 = L_2S_2$	***3***
3	Получение выражения для изменения сопротивления	L_2S_1/L_1S_2	***3***
4	Решение системы уравнений	$(L_2/L_1)^2$	***2***

I этап (очный) Всесибирской олимпиады по физике
Задачи 8 класс. (12 ноября 2017 г.)
Возможные решения (максимум 10 баллов за задачу)

1. На тренировке в ДЮСШ тренер стартует одновременно со школьником, находясь на 100 м позади него. При этом, независимо от того, в какую сторону на самом деле бежит тренер, он догоняет или встречает школьника на круговой дорожке через одно и то же время. Чему равна длина беговой дорожки, если скорость тренера всегда постоянна и втрое больше, чем у школьника?

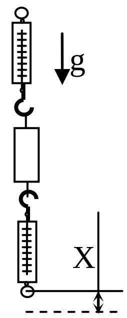
Решение: обозначим искомую длину дорожки L, начальное расстояние между школьником и тренером X=100 м, скорость школьника (неизвестную) V. Тогда скорость тренера равна 3V. Если тренер бежит сразу за школьником, то он приближается к нему со скоростью 2V (+1 балл), а если бежит в другую сторону, то они сближаются со скоростью 4V (+1 балл).

Тогда время движения до встречи (выравнивания положений тренера и школьника) в первом случае составит X/2V (+2 балла), время движения до встречи во втором случае составит (L-X)/4V (+2 балла). По условию, эти промежутки времени равны, т.е.

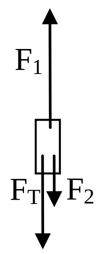
$$(L-X)/4V = X/2V$$

(+2 балла за составление уравнения, если скорости и времена были вычислены отдельно). Сокращая на V и решая уравнение, получаем L=3X=300 м (+ 2 балла).

2. У школьника есть два динамометра, каждый из которых имеет шкалу длиной 1 дм и рассчитан на 20 Н. Школьник подвесил груз между динамометрами, расположил их вертикально и стал растягивать в разные стороны. В некоторый момент показания верхнего динамометра равнялись F_1=7 Н, а нижнего - F_2=2 Н. Что будут показывать динамометры, если нижний динамометр медленно опустить еще на X=2 см?



Решение: В рассматриваемой ситуации на груз действует несколько сил. Одна, со стороны верхнего динамометра, F_1, направлена вверх. Еще две, сила тяжести, F_T, и сила со стороны нижнего динамометра, F_2, направлены вниз. К силе F_T, действующей на груз, могут быть отнесены (добавлены) и силы тяжести подвесов, пружин и т.п. Главное, что они не изменяются при последующих движениях динамометров. Поскольку груз неподвижен, то



$$F_1 = F_T + F_2 \quad \text{(+2 балла).}$$

Это условие выполняется всегда, когда груз находится в равновесии (+1 балл).

В частности, отсюда следует, что разность F_1-F_2=5 Н должна оставаться постоянной (+1 балл) и при смещении нижнего динамометра на X=2 см вниз. Обозначим смещение груза при таком движении как X_1. Этому же будет равно увеличение деформации пружины верхнего динамометра. Дополнительное растяжение пружины нижнего динамометра в этих обозначениях будет равно X-X_1 (+1 балл).

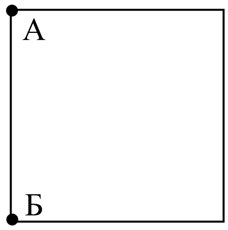
Значит, дополнительное увеличение показания (*пропорциональное дополнительному* растяжению) верхнего динамометра составит $10{\cdot}X_1/20$ Н (+1 балл), а для нижнего оно будет равно $10{\cdot}(X-X_1)/20$ Н (+1 балл).

Эти изменения должны быть равны, поскольку разность F_1-F_2 постоянна. Т.е. $X-X_1= X_1$ и X_1=X/2=1 см (+1 балл).

Таким образом, верхний динамометр будет в конечном итоге показывать 9 Н (+1 балл), а нижний 4 Н (+1 балл).

Если формально правильный ответ был получен без обоснования того, что дополнительные деформации пружин динамометров должны быть одинаковыми, то ставится 3 балла.

3. Города А и Б расположены в соседних вершинах квадрата с длиной стороны L=120 км (см. рис.) Между городами есть две разные дороги. Одна идет по прямой из А в Б, а вторая проходит по трем другим сторонам того же квадрата. Каждый день по короткой дороге ездят автобусы из А в Б и из Б в А. Они выезжают одновременно и едут навстречу друг другу. Однажды в месте обычной встречи автобусов упало большое дерево, и водители, доехав до препятствия, решил развернуться и ехать длинной дорогой. На каком расстоянии от А упало дерево, если автобусы в тот день встретились в правом нижнем углу квадрата (как на рисунке)? Считать, что скорости автобусов остаются постоянными по величине.



Решение: Обозначим искомое расстояние между А и местом падения дерева как X. Это будет расстояние, который автобус из А проехал за то же самое время, которое автобус из Б проехал расстояние L-X (+1 балл, размером дерева по сравнению с L можно пренебречь).

Значит, отношение скоростей автобусов (А/Б) составляет X/(L-X) (+ 1 балл). Потом автобус из А проезжает до правого нижнего угла квадрата, т.е. до момента встречи, расстояние X+2L (+ 1 балл), а автобус из Б проедет 2L-X (+1 балл).

Отношение этих расстояний опять равно отношению скоростей (+1 балл), т.е. имеем уравнение

$$\frac{X}{L-X}=\frac{X+2L}{2L-X} \text{ (+ 3 балла).}$$

Решая его получаем $X=\frac{2}{3}L$, т.е. X=80 км (+ 2 балла).

4. У мальчика было два набора кубиков, по N_1=48 и N_2=80 штук. Кубики во втором наборе имеют те же размеры, что и в первом, но вдвое большую массу. Мальчик собрал из всех этих кубиков два больших сплошных куба и рассчитал их средние плотности. Значения этих плотностей относились как 7 к 9. Сколько кубиков из второго набора было в составном кубе с меньшей средней плотностью?

Решение: Легко убедиться в том, что два больших однородных куба из имеющихся кубиков можно составить только, если они будут состоять из 4x4x4=64 кубиков каждый, т. е. быть одинаковыми по размеру (+1 балл).

Так как размеры всех кубиков, а значит и больших кубов, одинаковы, то отношение плотностей кубов равно отношению их масс. В частности, это означает, что в более плотном кубе больше тяжелых кубиков (+1 балл).

Если в состав менее плотного куба входит N штук кубиков из второго (тяжелого) набора, то N>15, и при этом в более тяжелый и плотный составной куб входит N-16 штук кубиков из первого набора (+1 балл).

Масса более легкого составного куба будет равна (48-(N-16))·m+N·2m, где m – масса кубика из первого набора (+1 балл).

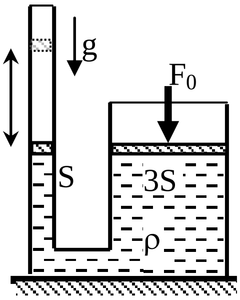
Масса второго куба в таком случае равна (80-N)·2m+(N-16)·m (+1 балл). Соответствующее уравнение имеет вид

$$\frac{(48-(N-16))\cdot m+N\cdot 2m}{(80-N)\cdot 2m+(N-16)\cdot m}=\frac{7}{9}$$

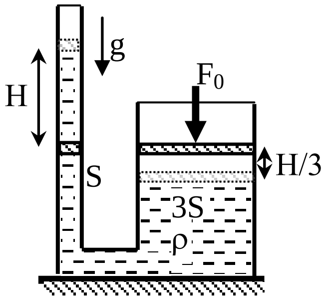
(+ 2 дополнительных балла за составление уравнения)

Решая, получим, что N=27 (+ 3 балла).

5. Имеется два сообщающихся вертикальных сосуда, которые имеют площади сечения S и 3S (см. рис.). В сосуды плотно вставлены поршни, под которыми находится несжимаемая жидкость с плотностью ρ без пузырей. Когда поршни находятся на одном уровне, то, чтобы чуть-чуть сдвинуть большой поршень вниз, надо приложить к нему внешнюю силу, чуть-чуть бо́льшую, чем F_0. До какой величины надо медленно увеличивать эту силу, чтобы левый поршень поднялся вверх на H? Считать, что силы трения между движущимися поршнями и стенками сосудов постоянны.



Решение: На поясняющем рисунке показаны новые положения обоих поршней, после того, как левый поршень переместился на H. Из ситуации очевидно, что опускающийся поршень должен вытолкнуть часть жидкости в левый сосуд. Объем этой, перешедшей из сосуда в сосуд жидкости равен $H\cdot S$ (+1 балл). Заметим, что поршни всегда неподвижны или двигаются одновременно из-за несжимаемости жидкости. Поэтому, когда левый поршень окажется на высоте H, то правый поршень опустится на H/3 (+ 2 балла).



Согласно условию, при одинаковых уровнях жидкости силы трения, действующие на поршни, таковы, что для смещения поршней требуется приложить внешнюю силу, как минимум, равную F_0. Сами по себе значения сил трения, действующих на тот или иной поршень, не важны, так же как и не важно, имеют ли поршни массу или нет. Главное, что эти параметры будут оставаться такими же при любых положениях поршней.

Из условия медленного перемещения левого поршня вверх следует, что давление *под* поршнем всегда одно и то же (+1 балл).

Значит, давление в жидкости под правым поршнем при движении постоянно возрастает и увеличивается в конечном итоге на $\rho g\cdot(H + H/3)=(4/3)\cdot\rho gH$ (+2 балла).

Поэтому для того, чтобы подвинуть правый поршень к его конечному положению, к поршню придется приложить силу, которая будет больше первоначального значения F_0 на $(4/3)\cdot\rho gH\cdot 3S=4\cdot\rho gHS$ (+2 балла).

Таким образом, для требуемого перемещения левого поршня вверх на H величину внешней силы, приложенной к правому поршню, надо увеличивать до $F_0+4\cdot\rho gHS$ (+2 балла).

Если при решении фактически используется случай, когда сила трения приложена только к одному из поршней, без указаний на общий характер решения, за правильное решение ставится 9 баллов.

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

Желаем успеха!

I этап (очный) Всесибирской олимпиады по физике
Задачи 7 класс. (12 ноября 2017 г.)
Возможные решения (максимум 10 баллов за задачу, за исключением задачи 3)

1. Космолет движется прямо на планету и, находясь на расстоянии 1080 тыс. км от нее, отправляет туда разведывательный корабль. Известно, что разведчики приближаются к планете втрое быстрее, чем сам космолет. Какова была скорость космолета, если до его прибытия разведчики уже 36 часов находились на планете? Считать скорости космолета и корабля во время движения практически постоянными.

Решение:

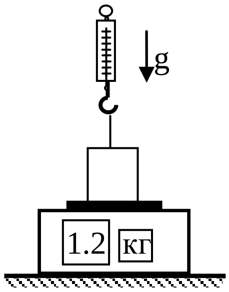
В тот момент, когда разведчики достигнут планеты, т.е. пролетят 1080 тыс. км, космолет пролетит втрое меньше, т.е. 360 тыс. км (+3 балла).

Значит, ему останется лететь 720 тыс. км и он пролетит их за 36 часов (+ 3 балла).

Таким образом, скорость космолета составляет 20000 км/час (+ 4 балла).

2. У школьника есть динамометр, который имеет длину шкалы 1 дм и рассчитан на максимальную силу 20 Н. Еще у него есть кухонные электронные весы. К динамометру на крепкой нитке подвешен груз, который одновременно лежит и на весах. Школьник начинает поднимать динамометр. Когда показания динамометра были равны 5 Н, то весы показывали 1.2 кг. Что будут показывать эти приборы, если динамометр поднять еще на 7 см?

Считать, что вес груза с массой 1 кг равен 10 Н, деформацией весов пренебречь.



Решение: Согласно условию, 1 см шкалы динамометра соответствует 2 Н силы, действующей на подвес динамометра со стороны груза (+2 балла).

Если показания динамометра составляют 5Н, то пружина динамометра растянута на 2.5 см (+1 балл).

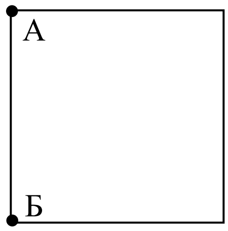
В описанной в условии ситуации на тело действует сила со стороны динамометра (5Н, вверх), со стороны весов (12 Н, тоже вверх, +1 балл) и сила тяжести (вниз).

Сумма этих сил равна нулю, т.е. сила тяжести, которую можно назвать весом неподвижного тела, равна 17 Н (+ 2 балла). Силу тяжести можно считать с высокой точностью постоянной, так как смещение груза много меньше радиуса Земли.

Если динамометр поднять еще на 6 см, то растяжение пружины станет равным 8.5 см, а сила, действующая со стороны динамометра на груз (т.е. его показание), станет равной 17 Н (+2 балла).

Т.е. в этот момент груз перестанет давить на весы, и их показание станет равным 0 кг (+ 2 балла). При дальнейшем поднятии динамометра его показания меняться не будут, а тело будет подниматься вместе с динамометром.

3. Города А и Б расположены в соседних вершинах квадрата с длиной стороны L=200 км (см. рис.) Между городами есть две разные дороги. Одна идет по прямой из А в Б, а вторая проходит по трем оставшимся сторонам того же квадрата. Каждый день по короткой дороге ездят автобусы из А в Б и из Б в А. Они выезжают одновременно ровно в 9 часов и встречаются в 10-00. Однажды на короткую дорогу упало большое дерево, и каждый водитель, доехав до препятствия, решал быстро развернуться и ехать длинной дорогой. В который час автобусы встретились в тот день? Считать, что скорости автобусов разные, но остаются постоянными по величине.



Решение: Если рассматривается такой вариант, когда встреча заведомо происходит на длинной дороге, то решение может выглядеть следующим образом. Обозначим сумму скоростей автобусов V, а промежуток времени, который они обычно двигаются до встречи, T=1 ч. Это их скорость сближения, когда они едут по короткой дороге в обычный день, поэтому T=L/V (+2 балла).

Автобусы сначала доезжают, каждый в свое время, до препятствия, а потом разворачиваются. Поэтому, независимо от места падения дерева расстояние, которое вместе преодолели автобусы, равно 5L (+4 балла, размером любого дерева по сравнению с L можно пренебречь).

Таким образом, время до встречи составит 5L/V=5 ч (+4 балла).

Если при решении явно предполагается, то дерево упало именно в месте обычной встречи автобусов, то за формально верный ответ ставится 5 баллов.

Если школьник дополнительно проанализировал ситуацию, когда автобусы не встречаются на длинной дороге (например, скорости различаются более чем в полтора раза, а дерево упало совсем рядом с пунктом, откуда выезжал более быстрый автобус), то, в зависимости от корректности анализа, ставятся дополнительные баллы, но не более 3-х.

4. У мальчика было два набора кубиков, по 64 штуки каждый. Кубики во втором наборе имеют те же размеры, что и в первом, но вдвое большую массу. К уроку физики мальчик собрал из всех этих кубиков два больших сплошных куба и рассчитал их средние плотности. Значения этих плотностей относились как 7 к 9. Сколько кубиков из второго набора было в составном кубе с меньшей средней плотностью?

Решение: В каждом большом кубе будет по 64=4x4x4 маленьких кубика. Если в состав такого куба входит N штук кубиков из второго набора (т.е. 64-N других кубиков), то масса всего куба будет равна (64-N)·m+N·2m, где m – масса кубика из первого набора (+2 балла).

Масса второго куба в таком случае равна (64-N)·2m+N·m (+2 балла).

Так как размеры всех кубиков, а значит и больших кубов, одинаковы, то отношение плотностей кубов равно отношению их масс. В частности, это означает, что в более плотном кубе больше тяжелых кубиков (+1 балл). Соответствующее уравнение имеет вид

$$\frac{(64-N)\cdot m+N\cdot 2m}{(64-N)\cdot 2m+N\cdot m}=\frac{7}{9}$$

(+ 2 дополнительных балла за составление этого или аналогичного уравнения)

Решая это уравнение, получим, что N=20 (+ 3 балла).

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

Желаем успеха!