Заключительный этап
Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике
13 марта 2016 г.
Решения и критерии оценки
9 класс

1. Когда на пластине из лёгкого пластика стояло три гири, то она плавала наполовину погрузившись в воду. Когда поставили двенадцать гирь, то верхняя грань пластины оказалась вровень с поверхностью воды. Во сколько раз плотность пластика меньше плотности воды? Гири одинаковы.

Возможное решение

Пусть m масса гири, ρ_o плотность воды, а ρ пластины. В первом случае выталкивающая сила уравновешивает вес плота и трёх гирь. Отсюда

$$\rho V + 3m = \rho_o V/2,$$

где V – объём пластины. <1 балл выражением массы пластины, 1 балл выражение массы, вытесненной воды, 2 балла за условие равновесия >

Во втором случае удвоенная выталкивающая сила уравновешивает вес плота и 12 гирь, откуда

$$\rho V + 12m = \rho_o V.$$

<1 балл выражение массы, вытесненной воды, 2 балла за условие равновесия >.

Исключая m и V из полученных соотношений, находим

$$\rho_o/\rho = 3$$ <3 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Выражение массы пластины	$M = \rho V$	1
2	Выражение массы вытесненной воды		
	А)первый случай	$M_1 = \rho_o V/2$	1
	Б)второй случай	$M_2 = \rho_o V$	1
3	Условие равновесия		
	А)первый случай	$\rho V + 3m = \rho_o V/2$	2
	Б)второй случай	$\rho V + 12m = \rho_o V$ (аналог)	2
4	Решение уравнения и ответ	$\rho_o/\rho = 3$	2+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). Возможен вариант решения, когда прирост выталкивающей силы приравнивается весу 9 дополнительных гирь, откуда получается соотношение $9m = \rho_o V/2$. Такое решение оценивается из 10 баллов за задачу.

Заключительный этап
Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике
13 марта 2016 г.
Решения и критерии оценки
9 класс

2. Шарики, находящиеся на одной вертикали, одновременно отпустили с высоты h и $10h$. Нижний после упругих столкновений с полом столкнулся с верхним шариком. Через какое время от момента, когда шарики отпустили, это произошло? Ускорение свободного падения g.

Возможное решение

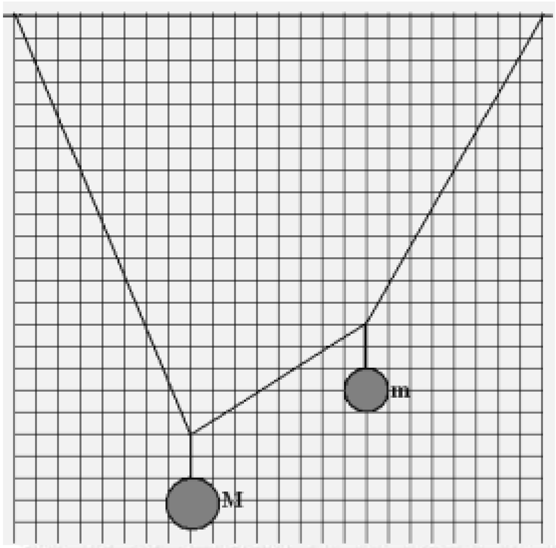
До удара о пол расстояние между шариками остаётся постоянным и равным $9\ h$. Время падения нижнего шарика с высоты h $t_1 = \sqrt{2h/g}$ <1>, такое же время он будет подниматься после отскока от пола до высоты h и опускаться до момента следующего удара с полом, который произойдёт через время $t_2 = 3\sqrt{2h/g}$ от начального момента <1>. За время t_2 верхний шарик ещё не ударится с нижним, он спустится на расстояние $H = gt_2^2/2 = 9h$ и окажется на высоте $10h - H = h$ над полом <1>. Скорость его в этот момент направлена вниз, $v = gt_2 = 3\sqrt{2gh}$ <1>. У нижнего шарика скорость перед отскоком $u = gt_1 = \sqrt{2gh}$, сразу после отскока она такая же по величине и направлена вверх <1>. Пусть столкновение шариков произойдёт через время τ от момента второго отскока, тогда из формул перемещения при равноускоренном движении с начальной скоростью получим условие встречи
$h - v\tau - g\tau^2/2 = u\tau - g\tau^2/2$ <2>. Отсюда найдём $\tau = h/(u + v)$ <1>.
Тогда искомое время $T = t_2 + \tau = (25/8)\ \sqrt{2h/g}$ <2>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Время падения нижнего шарика	$t_1 = \sqrt{2h/g}$	1
2	Время второго отскока от пола	$t_2 = 3t_1$	1
3	Положение верхнего шарика в этот момент	$H = gt_2^2/2 = 9h$, h над полом	1
4	Скорости шариков в этот момент	$v = gt_2 = 3\sqrt{2gh}$; $u = gt_1 = \sqrt{2gh}$	1+1
5	Условие встречи	$h - v\tau - g\tau^2/2 = u\tau - g\tau^2/2$	2
6	Нахождение времени τ от момента отскока	$\tau = h/(u + v)$	1
7	Нахождение искомого времени	$T = t_2 + \tau = (25/8)\ \sqrt{2h/g})$	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). Скорости могут быть найдены иначе, например из сохранения энергии, а времена по перемещениям и средним скоростям. Любое полное и правильное решение оценивается из 10 баллов за задачу.

Заключительный этап
Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике
13 марта 2016 г.
Решения и критерии оценки
9 класс

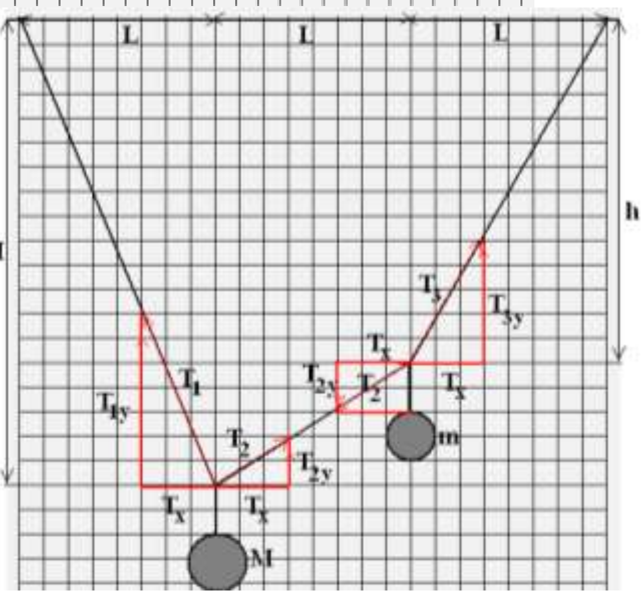


3. К лёгкому шнуру, прикреплённому к потолку, привязали два груза. Найдите отношение их масс M/m по приведённому рисунку.

Возможное решение

Сумма сил, приложенных к узлу, к которому привязан груз, равна нулю <1>. Это натяжения наклонных участков шнура и вертикальных нитей. Силы тяжести и уравновешивающие их натяжения вертикальных нитей направлены по вертикали, из равновесия сил по горизонтали следует, что горизонтальная проекция у натяжений наклонных участков одинакова, обозначим её T_x <1>. Из равновесия сил по вертикали имеем $T_{1y} + T_{2y} = Mg$ для груза M и $T_{3y} - T_{2y} = mg$ для груза m <2>. Вертикальные проекции натяжений наклонных участков T_{1y}, T_{2y} и T_{3y} выразим через T_x из условия, что соответствующие натяжения направлены вдоль участков шнура. $T_{1y} = T_xH/L$; $T_{2y} = T_x(H - h)/L$ и $T_{3y} = T_xh/L$ (см. рис) <3>. Так как H 19 клеток, а h = 14, то

$M/m = (2H - h)/ (2h - H) = 8/3$ <3>.



Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Указание на равновесие сил для узлов		1
2	Вывод о равенстве горизонтальных проекций натяжений		1
3	Равновесие сил по вертикали	$T_{1y} + T_{2y} = Mg$; $T_{3y} - T_{2y} = mg$	1+1
4	Выражение вертикальных проекций натяжений через горизонтальную	$T_{1y} = T_xH/L$; $T_{2y} = T_x(H - h)/L$ и $T_{3y} = T_xh/L$ (аналог)	1+1+1
5	Нахождение отношения масс	$M/m = (2H - h)/ (2h - H) = 8/3$	2+1

Комментарий: Возможно проекции будут выражаться через синусы и косинусы углов наклона, в конечном счёте появятся тангенсы. Если для их нахождения «по клеточкам» использовать малые отрезки шнуров, то может появиться заметная ошибка. При 2% отклонении за числовой ответ 1 балл, при большем 0.

Заключительный этап
Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике
13 марта 2016 г.
Решения и критерии оценки
9 класс

4. В сосуд с нагревателем через промежутки времени t_o = 6 мин опускают одинаковые порции снега с одинаковой, но неизвестной температурой. Первая порция растаяла и превратилась в воду с температурой 0^oC через время t = 5 мин 20 сек, после чего температура воды выросла до $T_o = 10^oC$ к моменту опускания второй порции снега. Вторая порция растаяла через меньшее, чем t время… третья ещё быстрее, а сотая – растаяла почти сразу. Объясните, почему так происходит. Какова температура воды перед опусканием сотой порции снега и сразу после того, как она растаяла, если временем теплообмена можно пренебречь? Тепловая мощность, передаваемая нагревателем воде и снегу, постоянна.

Возможное решение

Следующие порции снега получают дополнительное тепло от нагретой воды, которой каждый раз становится всё больше, что и сокращает время таянья снега <1>.

Запишем уравнение теплового баланса для таянья первой порции массы m: $Nt = m(\lambda + c_л\Delta T_л)$, полученное от нагревателя за время t тепло идёт на повышение температуры снега на $\Delta T_л$ до 0^oC и на теплоту плавления снега (льда). Здесь $c_л$ удельная теплоёмкость снега, λ удельная теплота плавления, а N мощность нагревателя. <2>. Тепловой баланс на этапе нагрева воды от 0^oC до T_o: $N(t_o – t) = cmT_o$, где с удельная теплоёмкость воды <1>. Отсюда получаем соотношение $(\lambda + c_л\Delta T_л) = cT_ot/(t_o – t)$ <1>.

Так как тепла полученного за время t_o как раз хватает на нагрев и таянье снега и нагрев образовавшейся воды до температуры T_o, то в конце каждого промежутка температура воды перед опусканием новой порции, в том числе и сотой, $T_{перед} = T_o = 10^oC$ <1>.

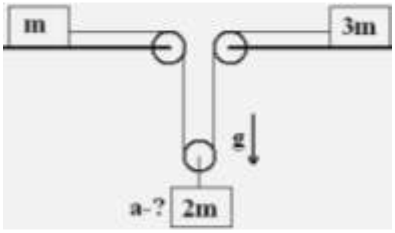
В условии указано, что время таянья сотой порции снега весьма мало, а тогда мала передача тепла от нагревателя за это время. Основное тепло поступает от массы воды 99m при начальной температуре T_o и оно идёт на плавление снега и повышение температуры до искомой T. Отсюда уравнение теплового баланса $99mcT_o = 100mcT + m(\lambda + c_л\Delta T_л)$ <2>. Исключая $(\lambda + c_л\Delta T_л)$, получим $99T_o – T_ot/(t_o – t) = 100T$ и окончательно $T = 9{,}1^oC$ <2>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Объяснение сокращения времени таянья		1
2	Тепловой баланс для таянья 1-й порции	$Nt = m(\lambda + c_л\Delta T_л)$ аналог	2
3	Тепловой баланс для нагрева 1-й порции воды	$N(t_o – t) = cmT_o$	1
4	Соотношение «теплот»	$(\lambda + c_л\Delta T_л) = cT_ot/(t_o – t)$ аналог	1
5	Вывод о равенстве температур в конце цикла	$T_{перед} = T_o = 10^oC$	1
6	Тепловой баланс для «мгновенного» таянья и нагрева	$99mcT_o =100mcT+m(\lambda + c_л\Delta T_л)$	2
7	Уравнение для T и ответ	$99T_o–T_ot/(t_o–t)=100T$; $T = 9{,}1^oC$	1+1

Комментарий: $(\lambda + c_л\Delta T_л)$ в формуле можно не делить на части, но должно быть сказано, что это тепло идёт на нагрев и таянье снега. Если не указано, то максимум за 2-й этап 1 балл.

Заключительный этап
Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике
13 марта 2016 г.
Решения и критерии оценки
9 класс



5. Грузы масс m и 3m находятся на горизонтальном столе. Они связаны нерастяжимой нитью, проходящей через блоки на краях отверстия в столе и блок, на котором подвешен груз массы 2m. Найдите ускорение груза массы 2m, если трения нет, блоки и нить невесома, ускорение свободного падения g. Влиянием воздуха пренебречь.

Возможное решение

Второй закон Ньютона для указанных масс:
$ma_1 = T$ <1>; $3ma_3 = T$ <1>; $2ma = 2mg – 2T$ <2>.
Связь ускорений из нерастяжимости нити $a = (a_1 + a_3)/2$ <2>.
Решение уравнений и получение ответа $a = 0,4g$ <4>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Второй закон Ньютона для указанных масс		
а	Для m	$ma_1 = T$	1
б	Для 3m	$3ma_3 = T$	1
в	Для 2m	$2ma = 2mg – 2T$	2
2	Связь ускорений из нерастяжимости	$a = (a_1 + a_3)/2$	2
3	Решение уравнений и получение ответа	$a = 0,4g$	4

Критерии определения победителей и призеров
Всесибирской открытой олимпиады школьников по физике
(2015-2016 уч. год)

Согласно Положению победители и призеры олимпиады были определены по результатам Заключительного этапа Олимпиады. Общее количество победителей и призеров составило 198 человек из 813 участников данного этапа, что составляет 24,35 %. Количество победителей составило 62 человек, что составляет 7,75 %.

Основываясь на **общем рейтинге** участников и учитывая **наличие заметных разрывов** в баллах, набранных группами участников в верхней части рейтинга, жюри Олимпиады разработало следующие критерии определения победителей и призеров:
(Максимальное возможное количество баллов – 50 баллов в 11-8 классах и 40 баллов в 7 классе.)

11 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 84% от максимального количества баллов, т.е. от 42 до 50 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 70 % от максимального количества баллов, т.е. от 35 до 41 баллов
3 степени – не менее 60 % от максимального количества баллов, т.е. от 29 до 34 баллов

10 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 74% от максимального количества баллов, т.е. от 37 до 50 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 68% от максимального количества баллов, т.е. от 34 до 36баллов
3 степени – не менее 64 % от максимального количества баллов, т.е. от 32 до 33 баллов

9 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 86% от максимального количества баллов, т.е. от 43 до 50 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 70 % от максимального количества баллов, т.е. от 35 до 42 баллов
3 степени – не менее 66 % от максимального количества баллов, т.е. от 33 до 34 баллов

8 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 84% от максимального количества баллов, т.е. от 42 до 50 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 72 % от максимального количества баллов, т.е. от 36 до 41 баллов
3 степени – не менее 66 % от максимального количества баллов, т.е. от 33 до 35 баллов

7 класс:

победители:
участники, набравшие не менее 65% от максимального количества баллов, т.е. от 25 до 40 баллов;
призеры:
2 степени – не менее 52,5 % от максимального количества баллов, т.е. от 21 до 24 баллов
3 степени – не менее 40 % от максимального количества баллов, т.е. от 15 до 20 баллов

Сопредседатель жюри по физике Н.И.Яворский