Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, 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. Для удобства работы жюри, каждая задача представлена на отдельной странице.

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс

1. Два пассажира с билетами в один вагон стоят на платформе у головы состава. Когда поезд тронулся, они побежали с одинаковой скоростью v = 5 м/с, первый против хода поезда, а второй – по ходу. Первый пассажир добрался до своего вагона через время t_1 = 8 с. Через какое время до этого вагона доберётся второй, если ускорение поезда a = 1 м/с^2?

Возможное решение

1. Пусть расстояние от головы состава до нужного вагона L. Вагон за время t_1 переместится навстречу первому пассажиру на расстояние $at_1^2/2$, а пассажир до встречи с вагоном на расстояние vt_1. Тогда $L = vt_1 + at_1^2/2$. (1+1+1 балла).

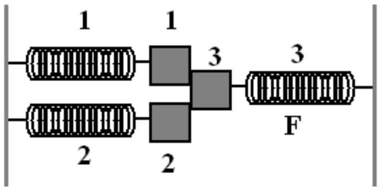
	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Перемещения вагона и первого пассажира за время t_1 и связь их с L	$at_1^2/2$; vt_1; $L = vt_1 + at_1^2/2$	***1+1 +1***
2	Перемещения вагона и второго пассажира за время t_2 и связь их с L	$at_2^2/2$; vt_2; $vt_2 + L = at_2^2/2$	***1+1 +1***
3	Получение и решение уравнения для t_2, отбрасывание постороннего корня	$t_2 = 2v/a + t_1 = 18$ с.	***3+1***

2. Пусть второй пассажир добирается до вагона за время t_2, он пробегает расстояние vt_2, а догоняющий его вагон расстояние большее на L, то есть $vt_2 + L$. С другой стороны, пройденное вагоном расстояние это $at_2^2/2$, Таким образом $vt_2 + L = at_2^2/2$ (1+1+1 балла).
3. Если подставить выражение для L через t_1 (возможно и сразу числовое значение), то получим квадратное уравнение для t_2, его корни $t_2 = -t_1$ и $t_2 = 2v/a + t_1 = 18$ с (3 балла). Первый корень не годится, хотя бы потому, что до начального момента пассажиры и поезд стояли на месте (1 балл). Если посторонний корень не выписан, а оставлен только нужный – неявный выбор, то 1 балл остаётся. Снимается он, если оставлено без пояснения два решения.

Разбалловка по этапам

Комментарий: Можно найти время $\tau = 2v/a$, за которое голова поезда догонит 2-го пассажира (4 балла), так как с этого момента относительное движение оказывается таким же, как для первого пассажира, (3 балла) то $t_2 = 2v/a + t_1$ (3 балла).

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс



2. Пружины жёсткостей k_1, k_2, k_3 прикреплены к стенкам и трём грузам (см. рис. вид сверху). Грузы находятся на горизонтальной плоскости в состоянии покоя. Первый и второй грузы склеены с третьим, упругая сила со стороны третьей пружины F. Длины первой и второй пружин в недеформированном состоянии одинаковы. В некоторый момент склейка разрушилась. Найдите наибольшие кинетические энергии грузов при возникших колебаниях. Трения нет.

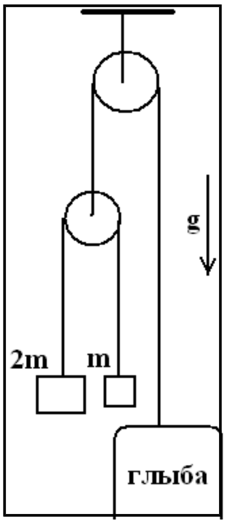
Возможное решение

1. Когда склейка разрушится, то грузы будут независимо колебаться, каждый на своей пружине. При этом наибольшая кинетическая энергия будет равна начальной потенциальной энергии (1 балл), а именно $E_1 = k_1x_1^2/2$; $E_2 = k_2x_2^2/2$; $E_3 = k_3x_3^2/2$, где x_1; x_2; x_3 растяжения пружин (1 балл).
2. Так как длины первой и второй пружин одинаковы, то одинаковы и растяжения $x_1 = x_2$ (1 балл за объяснение)
3. Из закона Гука и условия равновесия $F = k_3x_3 = k_1x_1 + k_2x_2$ (2 балла), откуда находим исходные растяжения $x_1 = x_2 = F/(k_1 + k_2)$; $x_3 = F/k_3$ (2 балла).
4. Отсюда получаем искомые энергии $E_1 = k_1x_1^2/2 = k_1F^2/2/(k_1 + k_2)^2$;
$E_2 = k_2x_2^2/2 = k_2F^2/2/(k_1 + k_2)^2$; $E_3 = F^2/2k_3$. (3 балла).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Равенство максимальных кинетических энергий начальным потенциальным	$E_1 = k_1x_1^2/2$; $E_2 = k_2x_2^2/2$; $E_3 = k_3x_3^2/2$	***1+1***
2	Объяснение равенства $x_1 = x_2$		***1***
3	Нахождение исходных растяжений из закона Гука и равновесия	$F = k_3x_3 = k_1x_1 + k_2x_2$; $x_1=x_2=F/(k_1+k_2)$;$x_3=F/k_3$	***2+2***
4	Ответ для искомых энергий	$E_1=k_1F^2/2/(k_1+k_2)^2$; $E_2=k_2F^2/2/(k_1+k_2)^2$; $E_3 = F^2/2k_3$	***3***

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс



3. Грузы масс 2m и m связаны нитью, проходящей через подвижный блок. Он связан с очень тяжёлой глыбой нитью, проходящей через второй неподвижный блок. Глыбу отпускают. Найти ускорения грузов. Нити нерастяжимы и невесомы, трением пренебречь. Ускорение свободного падения g.

Возможное решение

1.Ускорение подвижного блока направлено вверх и равно ускорению глыбы. Так она очень тяжёлая, то её ускорение g. То есть и ускорение подвижного блока g. (1 +1 балл).
2. Из нерастяжимости нижней нити $a_1 + a_2 = 2g$. (3 балла)
3.Из 2-го закона Ньютона в применении к грузам:
$m\,a_1 = T - mg$; $2m\,a_2 = T - 2mg$. $a_1 - 2a_2 = g$. (1 +1 +1 балл).
4. Откуда $a_1 = 5g/3$ и $a_2 = g/3$. (2 балла)

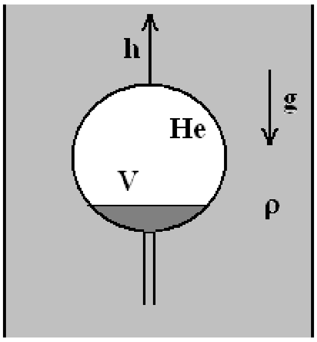
Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Нахождение ускорения подвижного блока		***1+1***
2	Связь ускорений	$a_1 + a_2 = 2g$	***3***
3	2-й закон Ньютона и следствие для ускорений	$ma_1=T-mg$; $2ma_2=T-2mg$; $a_1 - 2a_2 = g$.	***1+1+1***
4	Ответ	$a_1 = 5g/3$ и $a_2 = g/3$	***1+1***

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике (22 февраля 2015 г.)

Решения и критерии оценки

10 класс



4. Перевёрнутая вниз горлышком колба с гелием погружена в жидкость плотности ρ. Объём гелия в ней V удерживают неизменным при остывании гелия, медленно поднимая колбу. Какое количество тепла отдал гелий, когда колба поднялась на h? Ускорение свободного падения g.

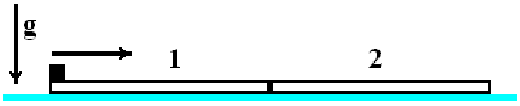
Возможное решение

1. Применим уравнение состояния идеального газа для двух положений колбы: $P_oV = \nu RT_o$; $PV = \nu RT$ (2 балла).
2. Свяжем давления с высотой подъёма $P = P_o - \rho gh$ (1 балл).
3. При неизменности объёма работа газа нулевая и отданное тепло равно убыли внутренней энергии газа $Q = U_o - U$ (2 балла).
4. Для гелия $U = (3/2)\nu RT$ и тогда $Q = (3/2)\nu R(T_o - T)$ (2 балла).
5. Исключая температуры с помощью уравнения состояния получаем окончательный ответ $Q = (3/2)\rho ghV$ (3 балла).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Уравнение состояния (два положения)	$P_oV = \nu RT_o$; $PV = \nu RT$	*2*
2	Связь давлений с высотой	$P = P_o - \rho gh$	*1*
3	1 начало при неизменности объёма	$Q = U_o - U$	*2*
4	Выражение для U и Q через T	$U=(3/2)\nu RT$; $Q=(3/2)\nu R(T_o-T)$	*2*
5	Исключение температуры и окончательный ответ	$Q = (3/2)\rho ghV$	*3*

Заключительный этап Всесибирской олимпиады по физике
(22 февраля 2015 г.)
Решения и критерии оценки
10 класс



5. На идеально скользком льду лежат, соприкасаясь, две одинаковые доски. На левый край первой доски поставлен шероховатый брусок. Когда его толкнули, он достиг правого края второй доски и остался на нём. Во сколько раз приобретённая второй доской скорость больше, чем у первой? Масса и размер бруска много меньше массы и длины досок.

Возможное решение

1. Ввиду малой массы бруска, ускорение и скорости досок много меньше ускорения и скорости бруска. Поэтому движение бруска можно рассмотреть, не учитывая движение досок. (2 балл).
2. Пусть L длина одной доски, начальная скорость бруска v, ускорение $a = \mu g$, а времена движения по первой и второй доске t_1 и t_2. Тогда: $vt_1 - at_1^2/2 = L$; $v(t_1 + t_2) - a(t_1 + t_2)^2/2 = 2L$; $v - a(t_1 + t_2) = 0$, откуда $t_1 = t_2(\sqrt{2} - 1)$. (3 балла).
3. Пусть масса одной доски M. Сила трения μmg, действующая на доски со стороны бруска массы m, приводит к ускорению $a_1 = \mu mg/2M$ (1 балл) при движении его по первой доске, когда обе доски движутся вместе, и ускорению второй доски $a_2 = \mu mg/M = 2a_1$ при движении бруска по второй доске, когда первая отстаёт от второй и движется с достигнутой за время t_1 скоростью (2 балла).
3. Выразим искомые скорости: $v_1 = a_1t_1$; $v_2 = v_1 + a_2t_2$ (1 балла).

Откуда $v_2/v_1 = (t_1 + 2t_2)/t_1 = (\sqrt{2} + 1)/(\sqrt{2} - 1) \cong 5{,}82$ или примерно 6 (1 балл).

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Обоснование приближения неподвижности досок		***2***
2	Рассмотрение движения бруска в этом приближении	$vt_1 - at_1^2/2 = L$; $v(t_1+t_2) - a(t_1+t_2)^2/2 = 2L$; $v - a(t_1 + t_2) = 0$, $t_1 = t_2(\sqrt{2} - 1)$	***3***
3	Выражение для ускорений досок с учётом прекращения их контакта	$a_1 = \mu mg/2M$; $a_2 = \mu mg/M = 2a_1$	***1+2***
3	Выражение для скоростей досок; получение ответа	$v_1 = a_1t_1$; $v_2 = v_1 + a_2t_2$ $v_2/v_1 = (\sqrt{2} + 1)/(\sqrt{2} - 1) \cong 6$	***1+1***