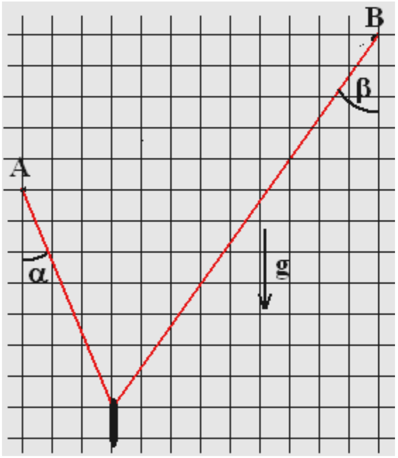
I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 13 ноября 2016 г.
Решения и критерии оценки 9 класс
Рекомендации для жюри

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 олипиады 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 комментариях могут быть указания на иные варианты решения или другие замечания, полезные при проверке.

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

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 13 ноября 2016 г.
Решения и критерии оценки 9 класс



1. На нити длиной L = 24 см висит тонкое массивное кольцо, оно может скользить по ней без трения. Концы нити закреплены в точках A и B (их положение указано на рис. точно, а положение кольца условно, сторона квадратной ячейки l = 1 см). Найдите углы α и β, образуемые нитью с вертикалью в состоянии равновесия.

Возможное решение

1. При отсутствии трения натяжения нити слева и справа от кольца одинаковы <2 балла>.
2. Сила тяжести направлена вертикально, из равновесия кольца по горизонтали следует равенство горизонтальных проекций натяжения слева и справа, то есть $T\sin\alpha = T\sin\beta$ и $\alpha = \beta$ <1+1 балл>.
3. Находим по клеточкам расстояние между концами нити по горизонтали: x = 12 см <1 балл>.
4. Это же расстояние выразим через длины правого и левого участков нити и угол α: $x = L_1\sin\alpha + L_2\sin\alpha = L\sin\alpha$ <1+1+1 балл>.
5. Отсюда $\sin\alpha = x/L = 1/2$, $\alpha = 30^o$ <1+1 балл>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Постоянство натяжения вдоль нити при отсутствии трения		***2***
2	Равновесие по горизонтали и вывод равенства углов слева и справа от кольца	$T\sin\alpha = T\sin\beta$ и $\alpha = \beta$	***1+1***
3	Нахождение x по рис.	x = 12 см	***1***
4	Выражение x через длины и углы	$x = L_1\sin\alpha + L_2\sin\alpha = L\sin\alpha$	***1+1+1***
5	Нахождение синуса и искомого угла	$\sin\alpha = x/L = 1/2$, $\alpha = 30^o$	***1+1***

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 13 ноября 2016 г.
Решения и критерии оценки 9 класс

2. Микрофоны находятся на концах и посередине прямолинейного отрезка длины 2L. Крайние микрофоны зарегистрировали приход звука от взрыва одновременно, а средний на время τ раньше. Найдите расстояния от места взрыва до всех микрофонов, если скорость звука равна c.

Возможное решение

1. Из одновременности прихода звука к крайним микрофонам расстояния $r_{кр}$ до них от места взрыва одинаковы, то есть место взрыва находится на срединном перпендикуляре к отрезку длиной 2L <2 балла>.
2. До среднего микрофона звук доходит раньше на время τ, поэтому расстояние r меньше $r_{кр}$ на $c\tau$; тогда $r_{кр} = r + c\tau$ <1 балл>.
3. Отрезки r, L и $r_{кр}$ это катеты и гипотенуза прямоугольного треугольника, тогда из теоремы Пифагора имеем $r^2 + L^2 = r_{кр}^2$ <2 балла>.
4. Подстановка $r_{кр} = r + c\tau$ даст уравнение для r: $r^2 + L^2 = (r + c\tau)^2$, решение которого $r = (L^2 – c^2\tau^2)/2c\tau$ <1+2 балла>.
5. Тогда $r_{кр} = r + c\tau = (L^2 + c^2\tau^2)/2c\tau$ <2 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Вывод о нахождении точки взрыва на срединном перпендикуляре		***2***
2	Связь расстояний и времени τ	$r_{кр} = r + c\tau$	***1***
3	Применение теоремы Пифагора	$r^2 + L^2 = r_{кр}^2$	***2***
4	Получение уравнения для r и его решение	$r^2 + L^2 = (r + c\tau)^2$; $r = (L^2 – c^2\tau^2)/2c\tau$	***1+2***
5	Нахождение $r_{кр}$	$r_{кр} = r + c\tau = (L^2 + c^2\tau^2)/2c\tau$	***2***

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 13 ноября 2016 г.
Решения и критерии оценки 9 класс

3. Имеются два кубика одинакового размера из разных материалов. В сосуд налита вода, а сверху масло плотности $\rho = 0{,}8\rho_o$, где ρ_o плотность воды. При опускании в сосуд первого кубика он плавает на границе раздела жидкостей, находясь наполовину объёма в воде и наполовину – в масле. Если кубики склеить и опустить в сосуд, то они плавают полностью погрузившись в воду. Выразите плотности материалов кубиков через плотность воды.

Возможное решение

1. Для плавания первого кубика из закона Архимеда следует, что масса кубика равна массе вытесненной жидкости <1 балл>.
2. Выразим массу кубика через его плотность и объём $m = \rho_1 V$ <1 балл>.
3. Выразим суммарную массу вытесненной жидкости, учтя равенство вытесненных объёмов воды и масла $m = \rho V/2 + \rho_o V/2$ <2 балла>
4. Откуда находим $\rho_1 = (\rho + \rho_o)/2 = 0{,}9\rho_o$ <2 балла>.
5. В случае плавания склеенных кубиков в воде из закона Архимеда имеем $\rho_1 V + \rho_2 V = 2\rho_o V$ <2 балла>.
6. Откуда $\rho_2 = 2\rho_o - \rho_1 = 1{,}1\rho_o$ <2 балла>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Закон Архимеда для плавания 1 кубика	Равенство масс	***1***
2	Выражение для массы кубика	$m = \rho_1 V$	***1***
3	Выражение для массы вытесненной жидкости	$m = \rho V/2 + \rho_o V/2$	***2***
4	Нахождение плотности 1 кубика	$\rho_1 = (\rho + \rho_o)/2 = 0{,}9\rho_o$	***2***
5	Закон Архимеда для плавания двух кубиков	$\rho_1 V + \rho_2 V = 2\rho_o V$	***2***
6	Нахождение плотности 2 кубика	$\rho_2 = 2\rho_o - \rho_1 = 1{,}1\rho_o$	***2***

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 13 ноября 2016 г.
Решения и критерии оценки 9 класс

4. Движущийся равноускоренно автомобиль в начальный момент проезжал точку A, через время τ точку B, а через время 2τ точку C. Где он окажется через время 3τ от начального момента? Укажите его положение в масштабе, заданном на рисунке.

Возможное решение

1. Пусть D искомая точка. Если ускорение a, а v_o скорость в точке A, то перемещение $AD = 3v_o\tau + 9a\tau^2/2$ <2 балла>.
2. Чтобы найти a и v_o выразим через них данные на рисунке перемещения AB и AC: $AB = v_o\tau + a\tau^2/2$; $AC = 2v_o\tau + 2a\tau^2$ <2 балла>.
3. Отсюда $v_o\tau = 2AB - AC/2$; $a\tau^2/2 = AC/2 - AB$ <2 балла>.
4. После подстановки в формулу для AD и приведения подобных получим $AD = 3(AC - AB) = 3BC$! <3 балла>.
5. В масштабе рисунка $AD = 3BC = 12$ делений, искомая точка D в 12 делениях от A или 9 от B, или 5 от C <1 балл>.

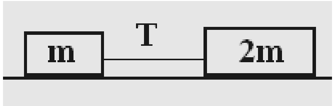
Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Выражение для искомого перемещения через скорость и ускорение	$AD = 3v_o\tau + 9a\tau^2/2$	***2***
2	Выражение известных перемещений через скорость и ускорение	$AB = v_o\tau + a\tau^2/2$; $AC = 2v_o\tau + 2a\tau^2$	***2***
3	Нахождение скорости и ускорения (аналог)	$v_o\tau = 2AB - AC/2$; $a\tau^2/2 = AC/2 - AB$	***2***
4	Нахождение AD	$AD = 3(AC - AB) = 3BC$!	***3***
5	Указание положения точки D	D в 12 делениях от A (аналог)	***1***

Комментарий Могут встретиться варианты решений с рассмотрением других этапов, возможно и более изящные. Скажем, рассматривая сразу перемещение BC участник обнаружит, что средняя скорость на этом участке равна средней скорости на всём пути AD, а тогда очевидно, что AD = 3BC. Возможно решение, использующее график зависимости скорости от времени и то, что площадь подграфика даёт перемещение. Из сравнения «площадей» за время от 0 до 3τ и за время от τ до 2τ получим AD = 3BC. В любом случае за полное и верное решение 10 баллов, хотя какие-то указанные в таблице этапы отсутствуют.

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!

I (очный) этап Всесибирской открытой олимпиады школьников
Физика 13 ноября 2016 г.
Решения и критерии оценки 9 класс



5. На горизонтальном полу находятся два тела, правое массивней левого в два раза. Тела связаны горизонтальной нерастяжимой нитью, которая рвётся при натяжении T. Какую наименьшую силу, направленную вдоль нити, надо приложить к одному из тел, чтобы нить оборвалась? Трения нет.

Возможное решение

1. Ускорения тел до разрыва нити из-за неизменности её длины одинаковы <1 балл>.
2. Искомую силу находим из условия, что нить ещё не оборвалась, а натяжение её достигло критического значения T <1 балл>.
3. Применим 2-й закон Ньютона, если силу F_1 прикладывают к правому телу. Для правого тела: $2ma_1 = F_1 - T$; для левого $ma_1 = T$ <2 балла>.
4. Отсюда $F_1 = 3ma_1 = 3T$<1 балл>.
5. Применим 2-й закон Ньютона, если силу F_2 прикладывают к левому телу. Для правого тела: $2ma_2 = T$; для левого $ma_2 = F_2 - T$ <2 балла>.
6. Отсюда $F_2 = 3ma_2 = 3T/2$ <1 балл>.
7. Наименьшее из F_1 и F_2 даёт искомый ответ: $F = F_2 = 3T/2$ <1 балл>.

Разбалловка по этапам

	Этапы решения	соотношения	Балл
1	Равенство ускорений до разрыва нити		***1***
2	Условие достижения критического T		***1***
3	2-й закон Ньютона в 1-м случае	$2ma_1 = F_1 - T$; $ma_1 = T$ аналог	***2***
4	Нахождение F_1	$F_1 = 3ma_1 = 3T$	***1***
5	2-й закон Ньютона во 2-м случае	$2ma_2 = T$; $ma_2 = F_2 - T$ аналог	***2***
6	Нахождение F_2	$F_2 = 3ma_2 = 3T/2$	***1***
7	Выбор наименьшего	$F = F_2 = 3T/2$	***1***

Комментарий Возможно применение 2-го закона Ньютона к одному из тел и к системе двух тел, тогда $3ma = F$. После чего из найденных по T ускорений берётся меньшее. Количество этапов сократится, но раз это решение верное, то и оценка проводится из того же суммарного балла.

Задача не считается решенной, если приводится только ответ!