

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	8	11.11.2024	10.00	13.00

1. Передача тепла

Имеются два тела с одинаковой температурой и одинаковой теплоёмкостью C , и третье тело с теплоёмкостью C_0 ($C = 4C_0$). Третье тело привели в контакт с одним из двух тел, к моменту установления теплового равновесия третье тело получило тепло Q . Тепловой контакт разрывают, и третье тело приводят в соприкосновение с оставшимся телом теплоёмкостью C . Какое ещё тепло получит третье тело?

Возможное решение:

Обозначим температуры тел T и T_0 соответственно, а температуру третьего тела после первого и второго контакта T_1 и T_2 . Условие теплового баланса при первом контакте

$$Q = C_0(T_1 - T_0) = C(T - T_1).$$

Откуда находим выражение Q через исходные температуры

$$Q = C_0C(T - T_0)/(C_0 + C) \text{ и разность } T - T_1 = Q/C.$$

После второго контакта аналогично $Q_1 = C_0C(T - T_1)/(C_0 + C)$, а после подстановки выражения для разности температур $Q_1 = C_0Q/(C_0 + C)$, то есть $Q_1 = 0,2Q$.

Критерии оценивания:

	<i>Этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>Балл</i>
1	Введение температур		1
2	Условие теплового баланса при первом контакте	$Q = C_0(T_1 - T_0) = C(T - T_1).$	2
3	Связь Q с исходными температурами	$Q = C_0C(T - T_0)/(C_0 + C)$	2
4	Выражение разности температур	$T - T_1 = Q/C$	1
5	Связь Q_1 с температурами при втором контакте	$Q_1 = C_0C(T - T_1)/(C_0 + C)$	2
6	Связь Q_1 с Q (вывод и ответ)	$Q_1 = C_0Q/(C_0 + C) = 0,2Q$	2
		Итого	10

Комментарии: Многие участники из условий теплового баланса при первом и втором контакте по температурам T и T_0 найдут T_1 и T_2 , а затем установят связь Q_1 с Q . Решение будет более громоздким, но правильным. Тогда 3 и 4 пункты заменятся нахождением

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	8	11.11.2024	10.00	13.00

T_1 и выражением для Q , за что суммарно 3 балла. А пункты 5 и 6 – нахождением T_2 и выражением для Q_1 сначала через температуры, а затем через Q , за что суммарно 4 балла.

2. Тихон едет

Велосипедист Тихон проехал с постоянной скоростью v_1 четверть пути до дома, затем он устал и снизил скорость до v_2 , и так проехал оставшуюся часть маршрута. Известно, что за первую половину пути средняя скорость Тихона составила $u = 24$ км/ч, а когда он проехал три четверти пути, его средняя скорость была $w = 22,5$ км/ч.

- 1) Чему равны скорости v_1 и v_2 ?
- 2) Чему равна средняя скорость на всем пути?

Возможное решение

Выразим среднюю скорость на первой половине пути: $u = \frac{\frac{S}{2}}{\frac{S}{4v_1} + \frac{S}{4v_2}} = \frac{1}{\frac{1}{2v_1} + \frac{1}{2v_2}} = 2 \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2}$.

Когда проехал $\frac{3}{4}$ пути, его средняя скорость стала: $w = \frac{\frac{3S}{4}}{\frac{S}{4v_1} + \frac{S}{2v_2}} = \frac{3}{\frac{1}{v_1} + \frac{2}{v_2}} = 3 \frac{v_1 v_2}{2v_1 + v_2}$

Удобнее решать систему: $\frac{1}{u} = \frac{1}{2v_1} + \frac{1}{2v_2}$ и $\frac{3}{w} = \frac{1}{v_1} + \frac{2}{v_2}$,

откуда находим $v_2 = \frac{uw}{3u-2w} = 20$ км/ч; $v_1 = \frac{uw}{4w-3u} = 30$ км/ч

Найдем среднюю скорость на всем пути:

$$v = \frac{S}{\frac{S}{4v_1} + \frac{3S}{4v_2}} = \frac{1}{\frac{1}{4v_1} + \frac{3}{4v_2}} = \frac{4v_1 v_2}{3v_1 + v_2} \approx 21,8 \text{ км/ч}.$$

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	8	11.11.2024	10.00	13.00

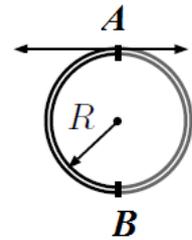
Критерии оценивания:

	<i>Этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>Балл</i>
1	Выражена средняя скорость на первой половине пути (1 балл за правильный путь, 1 балл за правильно выраженные времена)	$u = \frac{\frac{S}{2}}{\frac{S}{4v_1} + \frac{S}{4v_2}} = \frac{1}{\frac{1}{2v_1} + \frac{1}{2v_2}} = 2 \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2}$	2
2	Выражена средняя скорость на 3/4 пути (1 балл за правильный путь, 1 балл за правильно выраженные времена)	$w = \frac{\frac{3S}{4}}{\frac{S}{4v_1} + \frac{S}{2v_2}} = \frac{3}{\frac{1}{v_1} + \frac{2}{v_2}} = 3 \frac{v_1 v_2}{2v_1 + v_2}$	2
3	Найдены скорости (1 балл за общий вид, и по 1 баллу за каждое числовое значение)	$v_2 = \frac{uw}{3u - 2w} = 20 \text{ км/ч};$ $v_1 = \frac{uw}{4w - 3u} = 30 \text{ км/ч}$	3
4	Выражена средняя скорость на всем пути (если нет выражения в общем виде, то только 1 балл)	$v = \frac{S}{\frac{S}{4v_1} + \frac{3S}{4v_2}} = \frac{1}{\frac{1}{4v_1} + \frac{3}{4v_2}}$	2
5	Получено значение средней скорости	$v = \frac{4v_1 v_2}{3v_1 + v_2} \approx 21,8 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$	1
		Итого	10

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	8	11.11.2024	10.00	13.00

3. Движение по кольцу

По левой половине кольцевой дороги от съезда (от точки A до точки B) все машины едут со скоростью v_1 , по правой, еще не отремонтированной – со скоростью v_2 ($v_2 < v_1$). Из точки A по кольцевой дороге отправилась влево колонна автомобилей длины l со скоростью v_1 . Одновременно с отправлением первого автомобиля колонны из точки A вправо (по часовой стрелке) выехал джип со скоростью v_2 . Известно, что с последним автомобилем колонны джип встретился в точке B .



- 1) Какой стала длина колонны, когда все автомобили выехали на неотремонтированную половину кольца?
- 2) На каком расстоянии от точки B , джип встретился с колонной?
- 3) За какое время джип проехал мимо колонны?
- 4) Каков радиус кольцевой дороги?

Возможное решение

Найдем новую длину колонны. Длина колонны начинает меняться, когда первый автомобиль колонны въезжает на неотремонтированную часть, и перестает меняться, когда последний автомобиль колонны достигает точки B , за это время первый автомобиль уезжает на расстояние равное новой длине колонны, а последний проезжает расстояние l (начальную длину колонны), приравняем время:

$$\frac{l}{v_1} = \frac{l_k}{v_2}, \text{ получим новую длину колонны } l_k = \frac{lv_2}{v_1}$$

Выразим время встречи джипа с первым автомобилем колонны: первый автомобиль прошел сначала половину окружности со скоростью v_1 , а затем расстояние x от точки B . Джип прошел за это время расстояние $\pi R - x$

$$t = \frac{\pi R}{v_1} + \frac{x}{v_2} = \frac{\pi R - x}{v_2}, \text{ тогда } x = \frac{\pi R(v_1 - v_2)}{2v_1}$$

Т.к. джип встретился с последним автомобилем колонны в точке B , то он проехал до встречи с последним автомобилем расстояние равное новой длине колонны с относительной скоростью $2v_2$, тогда время проезда мимо колонны $t_k = \frac{l_k}{2v_2} = \frac{l}{2v_1}$. Когда джип проехал расстояние x со скоростью v_2 до точки B , где встретился с последним,

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	8	11.11.2024	10.00	13.00

первый с той же по модулю скоростью уедет на расстояние x , тогда новая длина колонны равна $2x$. Тогда $x = \frac{lv_2}{2v_1}$.

Выразим время встречи джипа с первым автомобилем колонны: первый автомобиль прошел сначала половину окружности со скоростью v_1 , а затем расстояние x от точки B . Джип прошел за это время расстояние $\pi R - x$

$$t = \frac{\pi R}{v_1} + \frac{x}{v_2} = \frac{\pi R - x}{v_2}, \text{ тогда } x = \frac{\pi R(v_1 - v_2)}{2v_1}$$

$$2x = \frac{\pi R(v_1 - v_2)}{v_1} = \frac{lv_2}{v_1}. \text{ Выражаем радиус кольца: } R = \frac{lv_2}{\pi(v_1 - v_2)}.$$

Комментарии: Время движения мимо колонны, может быть выражено и как $\frac{x}{v_2} = \frac{\pi R(v_1 - v_2)}{2v_1 v_2}$. Если дальше не выразить R , то за пункт 2) ставится только 1 балл.

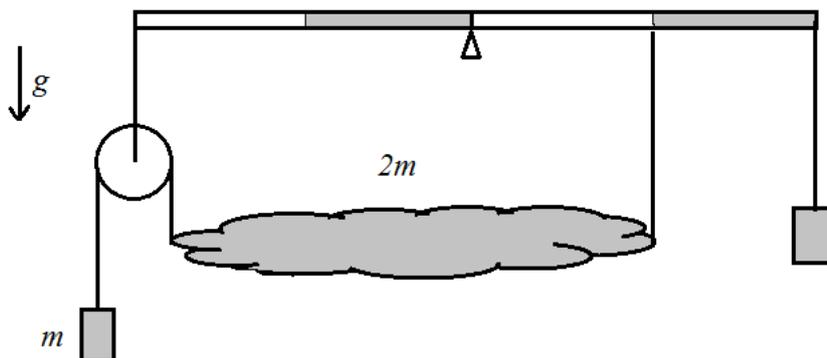
Критерии оценивания:

	<i>Этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>Балл</i>
1	Выражена новая длина колонны (2 уравнения, или сразу приравняли время)	$l_k = \frac{lv_2}{v_1}$	2
2	Найдено время проезда джипа мимо колонны (через относительную скорость или не переходя в движущуюся с.о.)	$t_k = \frac{l_k}{2v_2} = \frac{l}{2v_1}$	2
3	Найдено расстояние на котором джип встретился с первым автомобилем	$x = \frac{lv_2}{2v_1}$	2
4	Выражено время встречи джипа с первым автомобилем колонны через радиус кольца. (по одному баллу за каждое уравнение для t)	$t = \frac{\pi R}{v_1} + \frac{x}{v_2} = \frac{\pi R - x}{v_2}$ $x = \frac{\pi R(v_1 - v_2)}{2v_1}$	2
5	Получен радиус кольца	$R = \frac{lv_2}{\pi(v_1 - v_2)}$	2
		Итого	10

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	8	11.11.2024	10.00	13.00

4. Равновесие по линейке

Однородная линейка расположена на опоре, которая находится под серединой линейки. На линейке подвешены три тела с помощью невесомых нитей и блока. (см. рис.) Блок подвешен к левому краю линейки. Слева к нити, перекинутой через блок, прикреплен груз массой m . Неоднородное тело массой $2m$ висит на двух нитях, одна из которых перекинута через блок, другая привязана к линейке на расстоянии $\frac{1}{4}$ длины линейки от правого края. Третье тело подвешено на нити на правом краю линейки. Найдите массу третьего тела, если вся система находится в равновесии. Ускорение свободного падения g . Все свободные отрезки нитей вертикальны.



Возможное решение:

Расставим силы на рисунке. Напишем условия равновесия всех тел и рычага.

Левое тело: $T_2 = mg$;

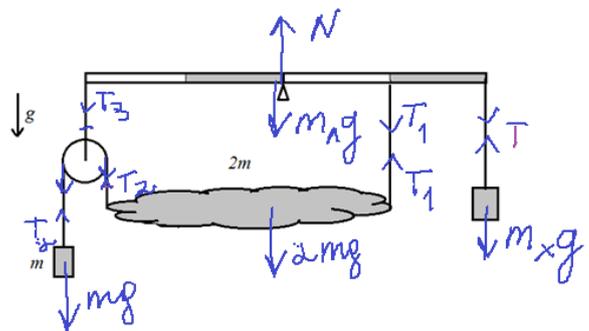
блок невесомый: $T_3 = 2T_2$;

тело массой $2m$: $T_1 + T_2 = 2mg$;

тело неизвестной массы: $T = m_x g$

Правило моментов для рычага относительно центра: $T_3 \cdot 2l = T_1 \cdot l + T \cdot 2l$, где l – длина четверти рычага.

Выражаем силы натяжения $T_1 = mg$; $T_3 = 2mg$, подставляем в уравнение для моментов и находим $m_x = \frac{3}{2}m = 1,5m$.



<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	8	11.11.2024	10.00	13.00

Критерии оценивания:

	<i>Этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>Балл</i>
1	Рисунок с силами. На нем обязательно должны присутствовать силы на рычаг (сила тяжести и сила реакции опоры)		2
2	Условие равновесия левого тела	$T_2 = mg$	1
3	Уравнение для блока	$T_3 = 2T_2$	1
4	Условие равновесия неоднородного тела	$T_1 + T_2 = 2mg$	1
5	Условие равновесия тела неизвестной массы	$T = m_x g$	1
6	Равновесие рычага (линейки), указано, относительно какой точки записаны моменты, в уравнении присутствуют плечи.	$T_3 \cdot 2l = T_1 \cdot l + T \cdot 2l,$ или аналог	2
7	Найдена неизвестная масса	$m_x = 1,5m$	2
		Итого:	10

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>8</i>	<i>11.11.2024</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых в ключе. 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 лишь ответа без решения не оценивается.** При наличии у участника двух решений без указания, какое он считает верным, оценка проводится по худшему. Для удобства работы жюри решения и критерии оценки для каждой задачи приведены на отдельной странице и при необходимости снабжены комментарием. К некоторым задачам может приводиться два варианта решения. Следует держаться духа и буквы предлагаемой разбалловки, чтобы обеспечить сопоставимость проверки на разных площадках проведения.

С вопросами по критериям оценок можно обратиться или по электронной почте masha.yuldasheva@mail.ru или по телефону 8-913-940-45-06 к председателю предметно-методической комиссии олимпиады *Юлдашевой Марии Рашидовне*.