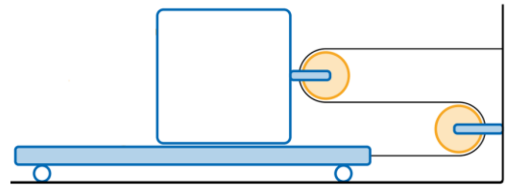
Физика, 8 класс (варианты решения)

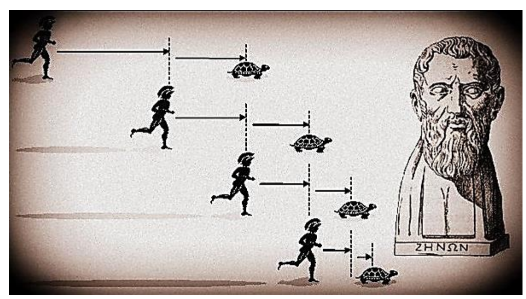


Задание 1. Брусок через систему блоков связан с тележкой нерастяжимой нитью так, как показано на рисунке. Тележку приводят в движение с постоянной скоростью 3 $\frac{\text{см}}{\text{с}}$. Определите скорость бруска относительно тележки.

Возможное решение задания. Найдем скорость бруска относительно Земли. Пусть длина нити *l*. Если тележка движется относительно Земли со скоростью *v* влево, то и нижний конец нити, прикрепленный к тележке, движется с такой же скоростью *v* влево. Длина нижнего конца нити удлинится на *vΔt*. Обозначим скорость движения бруска в системе отсчета, связанной с Землей, *w*, тогда в результате смещения верхнего блока нить над ним и нить в середине сокращаются каждая на величину *wΔt*. Тогда из постоянства длины нити можно записать: *2wΔt = vΔt*, следовательно, *w* = ½*v* и направлена вправо. В системе отсчета тележки Земля движется со скоростью *v* вправо, тогда скорость бруска *u*= *v* +*w* = *3/2v* = 4,5 $\frac{\text{см}}{\text{с}}$.

Система оценивания задания:

Баллы	Критерии оценивания
2 балла	Записано изменение длины нижней нити в системе отсчета Земля
2 балла	Записано соотношение для изменения длины верхней и средней нитей в системе отсчета Земля
2 балла	Найдена скорость бруска в системе отсчета Земли
2 балла	Указано направление движения Земли (поверхности) в системе отсчета тележки
2 балла	Записано соотношение для скорости бруска в системе отсчета тележки



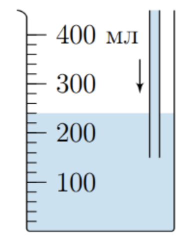
Задание 2. Великий древнегреческий философ Зенон Элейский, живший около 490 года до н.э., знаменит своими апориями (от древнегреческого «трудность») – внешне парадоксальными рассуждениями на тему движения. Наиболее известен парадокс «Ахиллес и черепаха». Ахиллес преследует черепаху. В момент начала движения черепаха находится на 1000 шагов впереди Ахиллеса и ползет в сторону от него по прямой с постоянной скоростью. Ахиллес пробегает первые 1000 шагов с постоянной скоростью, при этом черепаха за это время уползает на 100 шагов. Далее философ, продолжая мысль, утверждал, что Ахиллес никогда не догонит черепаху. Эту апорию не так уж сложно опровергнуть, вы можете поразмышлять об этом самостоятельно. Но допустим, что первоначальная скорость Ахиллеса, с которой он пробегает первые 1000 шагов, постоянна и составляет 200 шагов в минуту. Ахиллес ускоряется и настигает черепаху. На весь забег у Ахиллеса уходит 5 минут 15 секунд. Определите, чему равна средняя скорость Ахиллеса за все время забега.

Возможное решение задания. По условию 1000 шагов Ахиллес сделал за то же время, за которое черепаха прошла 100 шагов: $\frac{l_1}{v} = \frac{l_2}{u}$. Тогда скорость черепахи $u = v\frac{l_2}{l_1} = 0{,}1v = 20\frac{\text{шагов}}{\text{мин}}$. По определению $v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{весь}}}{t}$. Весь путь – расстояние, которое проползла черепаха, плюс первоначальное расстояние между Ахиллесом и черепахой: $l_{весь} = l_1 + l_{черепахи}$. Черепаха ползла все время забега Ахиллеса, поэтому $v_{ср} = \frac{l_1 + ut}{t}$ $= \frac{1000шагов + 20 \cdot 5{,}25\ шагов}{5{,}25\ минут} \approx 210{,}5 \frac{шагов}{мин}$.

Система оценивания задания:

Баллы	Критерии оценивания
2 балла	Определена скорость черепахи
2 балла	Записано соотношение для средней скорости Ахиллеса
2 балла	Верно записан весь путь, пройденный Ахиллесом
2 балла	Получено верное соотношение для средней скорости
2 балла	Получено верное числовое значение средней скорости

Задание 3. При проведении эксперимента в мензурку через маленькую трубочку непрерывно поступает жидкость плотностью 1,2 $\frac{г}{см^3}$. В результате масса мензурки каждую минуту увеличивается на 40 г. Определите скорость, с которой поднимается уровень жидкости в мензурке. Примите расстояние между ближайшими штрихами шкалы мензурки равным 5 мм.



Возможное решение задания. Скорость, с которой поднимается уровень жидкости в мензурке, $v = \frac{\Delta h}{\Delta t}$, где Δh – высота, на которую поднялся уровень жидкости за время Δt. Изменение высоты связано с увеличением объема жидкости в мензурке $\Delta h = \frac{\Delta V}{S}$, где S – площадь основания емкости. Определим изменение объема жидкости в мензурке из соотношения для плотности жидкости: $\Delta V = \frac{\Delta m}{\rho}$. Тогда соотношение для скорости, с которой поднимается уровень жидкости в мензурке, можно записать в виде $v = \frac{\Delta m}{\Delta t \rho S}$. Найдем площадь основания мензурки. Так как известно расстояние между штрихами, возьмем произвольный объем и, зная высоту, на которой расположен штрих шкалы, определим площадь основания. Например, для объема *V=100 мл* расстояние (высота шкалы до отметки в 100 мл) составляет h *= 2,5 см* (5 х 5 мм). Для скорости поднятия уровня жидкости можно записать: $v = \frac{\Delta m h}{\Delta t \rho V} \approx 8{,}3\ \frac{мм}{мин}$.

Система оценивания задания:

Баллы	Критерии оценивания
2 балла	Записано соотношение для скорости подъема жидкости в сосуде
2 балла	Записано соотношение для объема через плотность и массу
2 балла	Записано соотношение для высоты поднятия жидкости
2 балла	Определена величина площади основания мензурки
2 балла	Получено верное значение скорости поднятия жидкости

Задание 4. На занятии кружка по физике учащиеся исследовали зависимость показаний динамометра, к которому жестко прикреплен деревянный стержень, от глубины погружения стержня в пробирку с жидкостью. В эксперименте пробирка диаметром 1 см и длиной 30 см располагалась вертикально, деревянный стержень диаметром 0,7 см и такой же, как пробирка, длиной плавно погружался в неё, при этом отсчет глубины погружения стержня велся от верхнего края пробирки. В эксперименте

использовался динамометр, который работает как на сжатие, так и на растяжение. Результаты последовательных 30 измерений приведены в таблице:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
x, см	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
F, мН	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0

№	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
x, см	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0
F, мН	40,0	34,0	27,9	21,9	15,9	9,8	3,8	–2,2	–8,3	–14,3	–20,3	–26,4	–32,4	–38,4	–44,5

В ходе эксперимента учащиеся смогли определить плотность материала, из которого изготовлен стержень, плотность жидкости в пробирке и её объем, а также высоту столба жидкости в измерении № 30. Определите полученные учащимися значения указанных параметров использованных материалов, а также поясните, перетекала ли жидкость через край пробирки во время эксперимента. При расчетах учтите, что площадь круга определяется следующим соотношением: $S = \frac{\pi d^2}{4}$.

Возможное решение задания. Так как в первых 16 измерениях показания динамометра не менялись, следовательно, расстояние от верхнего края пробирки до поверхности жидкости в ней составляет 15 см. В процессе погружения стержня он опускается на расстояние 29 см от верхнего края. Так как длина пробирки составляет 30 см, то стержень дна не касается на протяжении всего эксперимента. Определим плотность материала, из которого изготовлен стержень. Так как погружение в пробирку по условию происходит плавно, показания динамометра (вес стержня) равны силе тяжести. Отсюда можно определить массу стержня, которая составляет $m = \frac{P}{g} = 4$ г. Соотношение для плотности $\rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi d^2 l} \approx 0{,}35\ \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Определим плотность жидкости в пробирке. При погружении стержня на глубину h вес стержня равен разности его веса до погружения в жидкость и силы Архимеда: $P_{погруж} = P_{возд} - F$. При этом следует учесть, что в момент погружения стержня уровень жидкости в пробирке относительно края начинает повышаться – пространство между стенкой и стержнем занимает вытесненная стержнем жидкость. Объем погруженной части стержня при опускании его в пробирку в эксперименте 17 на 1 см составляет $V_{\text{стержня}} = \frac{\pi d^2 l_c}{4}$. Объем жидкости, который вытесняется стержнем и поднимается между стенками пробирки и стержнем, составляет $V_{\text{жидкости}} = \frac{\pi (D^2 - d^2)(h - l_c)}{4}$, где h – высота столба жидкости от нижнего торца стержня до нового уровня жидкости в пробирке. Выразим высоту столба жидкости: $h = \frac{D^2}{D^2 - d^2} l_c$. Отсюда плотность жидкости $\rho = \frac{P_{\text{возд}} - P_{\text{погруж}}}{g V_{\text{погруж}}} = \frac{4(P_{\text{возд}} - P_{\text{погруж}})}{g \pi d^2 h} \approx 0{,}8\ \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Зная площадь основания пробирки и высоту жидкости в ней до погружения стержня, определим объем жидкости в пробирке: $V_0 = \frac{\pi D^2 (l_c - 15)}{4} \approx 11{,}8\ \text{см}^3$. В эксперименте № 30 стержень погружен в пробирку на 29 см. Определим высоту столба жидкости от дна пробирки в этом эксперименте. В пробирке размещен стержень, часть которого погружена в жидкость, жидкость высотой 1 см от её дна до нижнего торца стержня и оставшийся объем жидкости. На погруженную часть стержня действует сила Архимеда, равная сумме силы тяжести и силы реакции динамометра $N_{погруж} + P_{возд} = F = 84{,}5\ мН$. Выразим из силы Архимеда длину стержня, погруженного в жидкость: $L = \frac{4(P_{\text{возд}} + N_{\text{погруж}})}{g\pi\rho d^2} \approx 27{,}46\ см$. Так как под нижним торцом стержня слой жидкости высотой 1 см, следовательно, высота столба жидкости в эксперименте 30 составляет 28,46 см. Исходя из того, что высота пробирки составляет 30 см, можно утверждать, что жидкость не переливается через край в ходе всего эксперимента.

Система оценивания задания:

Баллы	Критерии оценивания
1 балл	Верно записано соотношение для определения плотности стержня
1 балл	Получено верное числовое значение плотности стержня
1 балл	Сделан верный вывод о повышении уровня жидкости в пробирке при погружении стержня
1 балл	Записано соотношение для определения высоты столба жидкости при погружении стержня для любого из экспериментов
1 балл	Получено верное соотношение для определения плотности жидкости в пробирке
1 балл	Получено верное числовое значение плотности жидкости
1 балл	Записано верное соотношение для определения объема жидкости и получено верное числовое значение
1 балл	Записано верное соотношение для определения высоты столба жидкости в пробирке для эксперимента 30
1 балл	Получено верное числовое значение высоты жидкости в пробирке для эксперимента 30
1 балл	Сделан верный вывод об отсутствии перетекания жидкости через край пробирки в эксперименте