

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Муниципальный этап

Решения и критерии

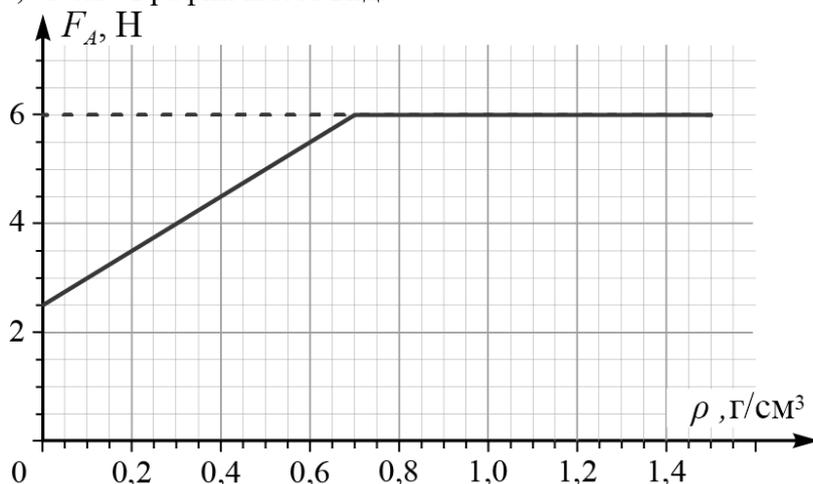
8 класс

1. Бутылка в озере. Пустая стеклянная бутылка имеет массу $m = 250$ г и внутренний объем $V_0 = 0,5$ л. Бутылку заполняют доверху веществом с плотностью ρ , закрывают лёгкой пробкой и бросают в озеро с пресной водой. Постройте график зависимости силы Архимеда F_a , действующей на бутылку в озере, от плотности ρ . Плотность стекла $\rho_{ст} = 2500$ кг/м³. Плотность воды $\rho_{ст} = 1000$ кг/м³. Ускорение свободного падения $g = 10$ Н/кг.

Решение.

Объем стекла равен $V_c = m / \rho_{ст} = 250 / 2,5 = 100$ см³. Внешний объем бутылки $V_B = V_0 + V_c = 600$ см³. Для того, чтобы бутылка утонула, ее суммарная масса должна превысить 600 г, т.е. в нее надо насыпать 350 г или больше вещества. Это реализуется, если плотность насыпаемого вещества будет равна или больше $\rho = 350 / 500 = 0,7$ г/см³. Сила Архимеда, действующая на утонувшую бутылку постоянна и равна $F_a = 6,0$ Н. Если плотность насыпаемого вещества меньше $0,7$ г/см³, то бутылка будет плавать на поверхности, а сила Архимеда будет равна силе тяжести, действующей на бутылку

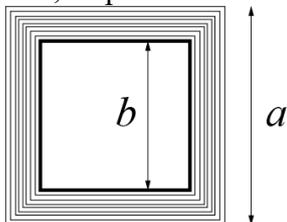
$F_a = \rho g V_0 + mg$. Это линейная зависимость от ρ , $F_a = 2,5$ Н при $\rho = 0$ и $F_a = 6,0$ Н при $\rho = 0,7$ г/см³. График имеет вид:



Критерии оценивания.

	Найден объём стекла	1
	Найден внешний объём бутылки	1
	Найдена критическая масса содержимого	1
	Найдена критическая плотность (0,7)	1
	Сделан вывод о постоянстве F_a при затоплении	1
	Получена зависимость F_a от плотности содержимого при плавании	1
	График. Подписаны и оцифрованы оси	2
	График. Два правильных линейных участка	1
	График. Пересечение в точке (0,7;6)	1
Итого:	10 баллов	

2. 2. Изобретатель Бах решил намотать пленку с малой толщиной h без зазоров на квадратную катушку (длина стороны b). Оцените длину пленки L и количество оборотов n которое удалось намотать на катушку, если внешний слой плёнки образовал квадрат с длиной стороны a . В любой момент пленку можно считать натянутой, её растяжением пренебречь.



Решение:

При неизменной ширине плёнки d её объём $V = Lhd$, но его же можно записать через боковую

площадь рулона $V = Sd = (a^2 - b^2)d \Rightarrow L = \frac{a^2 - b^2}{h}$

Толщина рулона линейно растёт от количества оборотов. Среднюю длину пленки в обороте можно

оценить $c = \frac{a+b}{2}$. Тогда $n \approx \frac{L}{4c} = \frac{a^2 - b^2}{4h} \frac{2}{a+b} = \frac{a-b}{2h}$

Критерии оценивания.

1		Есть объём ленты как параллелепипеда	1
2		Есть объём ленты как рулона (через a и b)	2
3		Получено выражение для L	2
		Оценена средняя длина ленты в рулоне c	2
		Оценено n (знание и использование разности квадратов необязательно)	3
	Итого:	10 баллов	

3. Алюминиевый огурец. Алюминиевый огурец с температурой $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ поместили в калориметр, в котором находилась неизвестная жидкость при температуре $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, где он начал плавать. В результате в калориметре уровень жидкости поднялся на 10% и установилась температура $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите отношение удельных теплоёмкостей алюминия и неизвестной жидкости. Тепловых потерь нет, жидкость из калориметра не вытекает, теплоёмкость калориметра мала.

Возможное решение.

Условие плавания $mg = F_A \Rightarrow m = \rho_{ж} V_{погр}$

Погруженный объём - это объём вытесненной жидкости, который увеличивает уровень жидкости в сосуде: $V_{погр} = S_{сосуда} \Delta h$

Масса жидкости связана с её уровнем до погружения огурца: $m_{ж} = \rho_{ж} V_{ж} = \rho_{ж} S_{сосуда} h$

Уравнение теплового баланса:

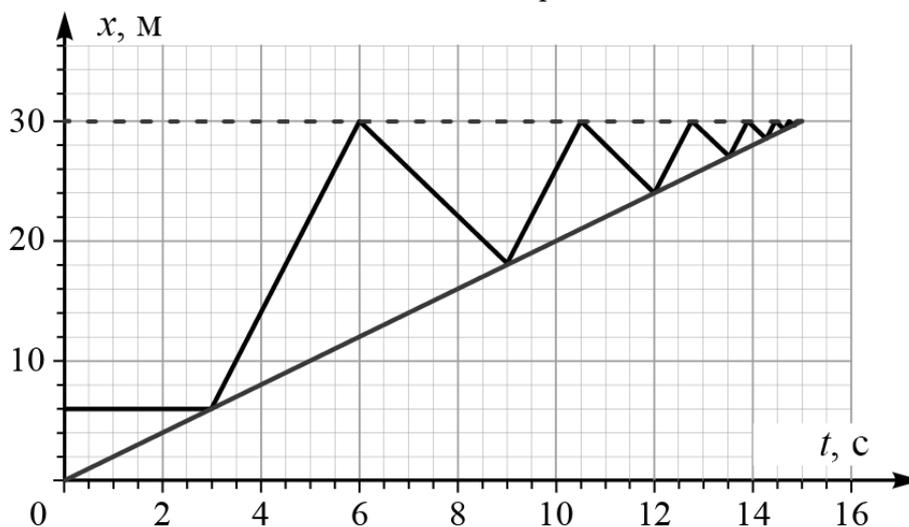
$$c_{ж} m_{ж} (90^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}) = c_{Al} m (60^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C})$$

$$\frac{c_{Al}}{c_{ж}} = \frac{m_{ж} (30^{\circ}\text{C})}{m (50^{\circ}\text{C})} = \frac{\rho_{ж} S_{сосуда} h (30^{\circ}\text{C})}{\rho_{ж} S_{сосуда} \Delta h (50^{\circ}\text{C})} = 6$$

Критерии оценивания.

1	Условие плавания	2 балла
2	Объём погруженной части связан с изменением уровня жидкости	1 балл
3	Масса тела связана с Δh	1 балл
4	Масса жидкости связана с уровнем до погружения	1 балл
5	Уравнение теплового баланса	2 балла
6	Найдено отношение удельных теплоёмкостей	3 балла
	Итого:	10 баллов

4. Футбол со стенкой. Семиклассник Миша играет с мячом около стены. Миша с расстояния $L = \dots$ начинает бежать со скоростью $v = \dots$ к стоящему на удалении $l = \dots$ от стены мячу. После удара Миши мяч катится со скоростью $w = \dots$ к стене и, отразившись от неё, возвращается к бегущему Мише со скоростью $u = \dots$. При встрече с мячом Миша опять сообщает ему скорость w в направлении стены и бежит дальше до следующей встречи с мячом, катящемся от стены со скоростью u . Все движения протекают вдоль прямой OX и заканчиваются, когда мяч прижимается Мишей к стене. Используя графики зависимости координат Миши, мяча и стены от времени, определите пропущенные в тексте значения названных величин. Помогите Мише определить суммарное время движения мяча к стене t_1 и суммарное время движения мяча от стены t_2 . Объясните, как Вы нашли ответы на поставленные вопросы.



Возможное решение.

Стена находится на расстоянии $L = 30$ м (объект с постоянной координатой на графике)

Миша добегает до него за 15 с, значит его скорость 2 м/с.

Мяч находится на расстоянии 6 м от мальчика и 24 м от стены.

После удара (координата 6 м, время 3 с) мяч двигался до встречи со стенкой (координата 30 м, время 6 с) со скоростью $w = 8$ м/с.

Обратно мяч двигался до встречи с мальчиком (координата 18 м, время 9 с) со скоростью $u = 4$ м/с.

Если рассматривать движение мяча с точки зрения Миши, то можно заметить, что скорости удаления и приближения мяча равны.

$$8 - 2 = 6 \text{ (м/с);}$$

$$4 + 2 = 6 \text{ (м/с).}$$

Значит мяч от Миши и к Мише при равных путях двигался равное время. При этом общее время движения мяча 12 с. Значит:

$$t_1 = t_2 = 6 \text{ с.}$$

Критерии оценивания.

1	$L = 30$ м	1 балл
2	$v = 2$ м/с	1 балл
3	$l = 24$ м	1 балл
4	$w = 8$ м/с	1 балл
	Обоснование значения w	1 балл
5	$u = 4$ м/с	1 балл
	Обоснование значения u	1 балл
6	$t_1 = t_2 = 6$ с	1 балл
	Обоснование значений времён	2 балла
		Итого: 10 баллов

Возможные обоснования пункта б.

1. Если рассматривать движение мяча с точки зрения Миши, то можно заметить, что скорости удаления и приближения мяча равны.

$$8 - 2 = 6 \text{ (м/с);}$$

$$4 + 2 = 6 \text{ (м/с).}$$

Значит мяч от Миши и к Мише при равных путях двигался равное время. При этом общее время движения мяча 12 с. Значит:

$$t_1 = t_2 = 6 \text{ с.}$$

Общее время движения мяча 12 с.

$$t_1 + t_2 = 12.$$

Можно заметить, что путь, пройденный мячом к стене, больше пути, пройденного мячом от стены, на 24 м.

$$8t_1 - 4t_2 = 24.$$

Решая эту систему, получаем значения времён.