

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике
2014-2015 учебный год

8 КЛАСС
Максимальный балл - 50

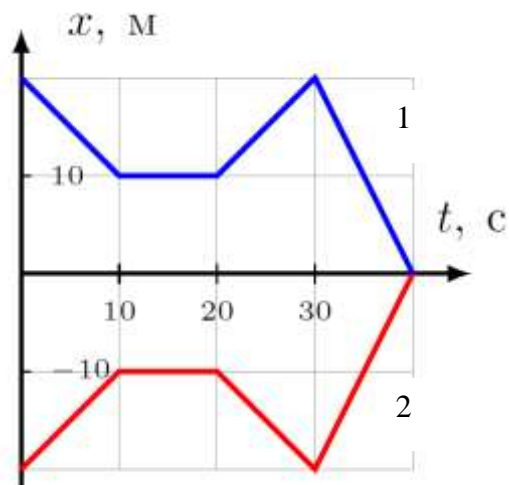
Задача №1.

Двое часовых двигаются прямолинейно вдоль одного забора. Графики зависимости координат часовых от времени даны на рисунке. Постройте:

- 1) графики зависимости скорости часовых от времени;
- 2) график зависимости скорости «первого» часового относительно «второго» от времени.

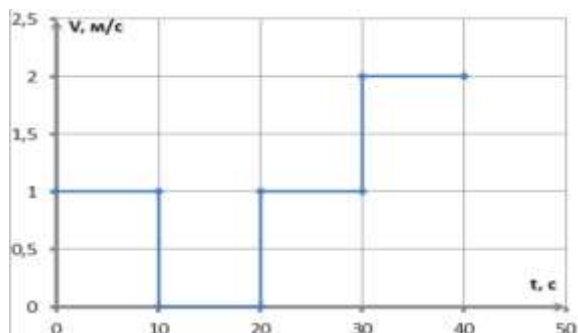
Опишите, как вы строили эти графики.

Автор: Фокин Андрей Владимирович

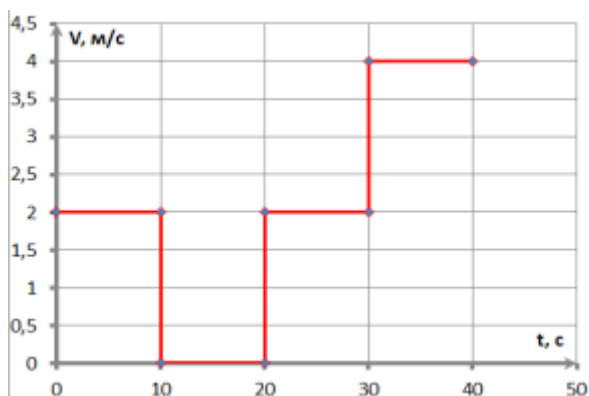


Возможное решение.

1. «Первый часовой» и «второй часовой» в разные моменты времени движутся с разными скоростями. Скорость – это пройденный путь, деленный на время. Если скорость на каком-то временном отрезке постоянна, то пройденный путь линейно зависит от времени, значит и координата линейно зависит от времени. Научимся определять скорости часовых на отдельных отрезках времени на примере «первого» часового. За первые 10 секунд его координата изменилась на 10 м, значит в течение первых 10 секунд он двигался со скоростью $10 \text{ м}/10 \text{ с} = 1 \text{ м/с}$. За вторые 10 секунд его координата не изменилась, значит вторые десять секунд его скорость была равна нулю и т.д. Аналогично поступаем и со «вторым» часовым. Графики зависимости скоростей часовых от времени получатся одинаковыми:



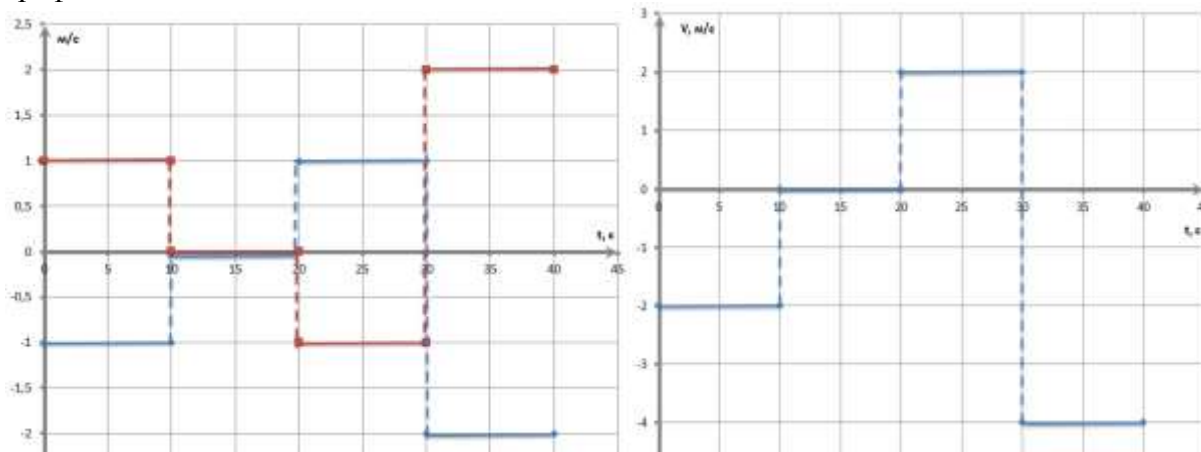
2. При определении скорости «первого» часового относительно «второго» нужно учитывать не только их скорости относительно земли, но и направления движения. Так в первые 10 секунд часовые двигаются навстречу друг другу, значит их скорости складываются. С 20 по 30 секунды часовые расходятся в противоположные стороны, поэтому их скорости опять же нужно сложить. График зависимости скорости «первого часового» относительно «второго» представлен на рисунке:



Критерии оценивания.

№	Что оценивается	Балл
1	Записана формула расчета скорости часового	1
	Найдены скорости часовых на каждом из четырех интервалов времени	1
	Правильно построен <u>весь</u> график зависимости скорости «первого часового» от времени	1
	На графике указаны единицы измерения	0,5
	Определен масштаб для каждой оси	0,5
	Правильно построен <u>весь</u> график зависимости скорости «второго часового» от времени (отдельно или совместно с предыдущим или указано, что графики одинаковые)	1
2	Описано нахождение относительной скорости «первого часового»	1
	Найдена относительная скорость «первого часового» для каждого из четырех интервалов времени	1
	На графике указаны единицы измерения	0,5
	Определен масштаб для каждой оси	0,5
	При вычислении относительной скорости проведен анализ направлений движения часовых	1
	Построен правильный график	1
	Максимальный балл	10

Примечание: Если учащийся вместо графиков зависимости модулей скорости от времени строит графики зависимостей проекций скоростей от времени, то такие решения следует засчитывать как правильные. В этом случае правильными будут следующие графики:



Задача №2

Медный шар плотностью $8,9 \text{ г/см}^3$, помещенный в воду плотностью 1 г/см^3 , давит на дно с силой $1,4 \text{ Н}$, а в бензине плотностью $0,7 \text{ г/см}^3$ – с силой $1,7 \text{ Н}$.

- 1) Определите объем шара, его массу и объем полости в шаре.
- 2) Если этот шар поместить в ртуть плотностью $13,6 \text{ г/см}^3$, то какую силу необходимо приложить к шару, чтобы удержать его от всплытия на поверхность?

Автор: Баланов Василий Юрьевич

Возможное решение и критерии оценивания.

В воде и бензине на шар действуют три силы: сила тяжести, направленная вниз, сила Архимеда, направленная вверх, и сила реакции опоры, направленная вверх.

Так как шар в обеих жидкостях находится в равновесии, то действие всех сил скомпенсировано.

В воде $mg - \rho_1 gV = F_1$, в бензине $mg - \rho_2 gV = F_2$. 1 балл

Отсюда объем шара $V = \frac{F_2 - F_1}{g(\rho_1 - \rho_2)} = 102 \text{ см}^3$ 2 балла

Тогда масса шара равна $m = \frac{F_2 + F_1 + V(\rho_1 + \rho_2)}{2g} = 245 \text{ г}$ 1 балл

Объем меди $V_M = m/\rho_M = 27,5 \text{ см}^3$. 2 балла

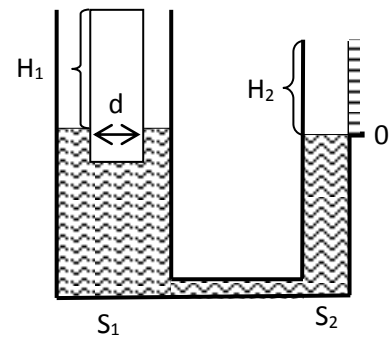
Тогда объем полости $V_{\text{п}} = V - V_M = 74,5 \text{ см}^3$ 1 балл

$F_{\text{уд}} = \rho_{\text{рт}} gV - mg = 11,2 \text{ Н}$. 2 балла

Максимальный балл -10

Задача №3

Ученик изобрёл гидростатические весы. Они представляют собой два сообщающихся сосуда с площадями поперечного сечения $S_1 = 20 \text{ см}^2$ и $S_2 = 10 \text{ см}^2$ соответственно. В эти сосуды налита вода. В первом сосуде плавает вертикально цилиндрический стакан диаметром $d = 4 \text{ см}$. Ученик насыпает в стакан песок и по изменению уровня воды во втором сосуде определяет массу этого песка.



1) Проградуируйте шкалу, которую ученик нанёс на второй сосуд (какую массу песка нужно насыпать в сосуд, чтобы уровень воды во втором сосуде поднялся на 1 мм). За нулевую отметку ученик принял уровень воды при пустом стакане.

2) Какую максимальную массу можно измерить на таких весах, если при пустом стакане высота его стенок, выступающих над водой, равна $H_1 = 3 \text{ см}$, а расстояние от поверхности воды до края второго сосуда $H_2 = 2 \text{ см}$.

Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность железа $\rho_{\text{ж}} = 7800 \text{ кг/м}^3$.

Автор: Порошин Олег Владимирович

Возможное решение.

Согласно условию плавания тел сила тяжести песка, насыпаемого в стакан, уравновешивается дополнительной силой Архимеда, которая, в свою очередь равна весу вытесненной жидкости. Отсюда получаем: $\Delta m \cdot g = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot V_{\text{в}}$ тогда объём вытесненной воды

$$\text{равен: } V_{\text{в}} = \frac{\Delta m}{\rho_{\text{в}}} \quad (1)$$

В тоже время, этот объём распределяется по двум сообщающимся сосудам, одинаково поднимая уровень жидкости и занимая сумарную площадь поперечного сечения обоих сосудов: $V_{\text{в}} = \Delta h(S_1 + S_2)$ (2)

Приравняв правые части двух формул для объёма можно выразить массу, которую необходимо насыпать для изменения уровня воды во втором сосуде на $\Delta h = 1 \text{ мм}$.

$$\Delta m = \rho_{\text{в}} \Delta h (S_1 + S_2) = 3 \text{ г}$$

Для определения величины максимальной массы, которую можно измерить на этих весах, нужно произвести анализ двух случаев. Дело в том, что максимальная масса может быть ограничена, либо тем, что весь стакан погрузится в воду и начнёт тонуть, либо во втором сосуде вода дойдёт до края и начнёт выливаться. Один из способов такого анализа: найдём на сколько H поднимется вода во втором сосуде, если весь стакан погрузится в воду и сравним эту величину с расстоянием от поверхности воды до края второго сосуда H_2 . Если $H > H_2$, то максимальная масса ограничена H_2 , если наоборот, то H_1 .

При полном погружении стакана будет дополнительно вытеснен объём $V = H_1 \cdot \frac{\pi d^2}{4}$.

$$H = \frac{H_1 \cdot \frac{\pi d^2}{4}}{S_1 + S_2} = 1,25 \text{ см}$$

Приравняем эту формулу к (2) и получим: . Таким образом $H < H_2$ и максимальную массу очень легко вычислить:

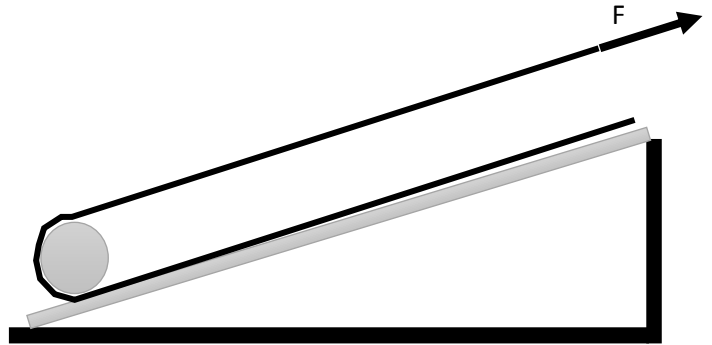
Критерии оценивания.

- | | | |
|----|---|-----------------|
| 1) | Условие плавания тел | 2 балла. |
| 2) | Правильная формула связи изменения уровня воды с площадью поперечного сечения | 2 балла. |
| 3) | Правильный ответ на первый вопрос 3г | 2 балла. |
| 4) | Анализ двух вариантов нахождения максимальной массы | 2 балла. |
| 5) | Правильный ответ на второй вопрос | 2 балла. |

Максимальный балл -10

Задача №4

Для того, чтобы поднять тяжелую бочку массой $M=100$ кг на уступ высотой $H = 1$ м рабочий установил наклонную плоскость длиной $L = 5$ м. Далее рабочий привязал один конец веревки к верхней части наклонной плоскости, протянул веревку вниз вдоль плоскости, сделал пол оборота вокруг бочки и протянул веревку обратно вверх вдоль наклонной плоскости (см. рис.) Рабочий закатывает бочку тяня за свободный конец веревки с силой F параллельно наклонной плоскости. Какую минимальную силу нужно прикладывать рабочему к веревке, чтобы закатить бочку?



Рабочий закатывает бочку тяня за свободный конец веревки с силой F параллельно наклонной плоскости. Какую минимальную силу нужно прикладывать рабочему к веревке, чтобы закатить бочку?

Подсказка: перед вами простой механизм, $g=10$ Н/кг

Автор: Карманов Максим Леонидович.

Возможно решение.

Так как перед нами простой механизм, а все простые механизмы не дают выигрыша в работе, то посчитаем работу, совершенную рабочим по подъему бочки двумя способами.

Если бы рабочий просто вертикально вверх поднял бочку на высоту 1 метр, то он бы совершил работу $MgH = 1000$ Дж.

Точно такую же работу он совершит и закатывая бочку по наклонной плоскости. При этом он тянет веревку с силой F и должен её вытянуть на расстояние $2L$ (кусок длиной L сверху и такой же снизу). При этом рабочий совершает работу $A=F \cdot 2L$. Приравняв работы получим: $F=A/2L = 100$ Н.

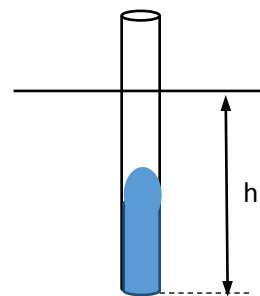
Критерии оценивания.

- | | |
|---|---------|
| 1) Указание, что простой механизм не дает выигрыша в работе | 3 балла |
| 2) Вычисление работы силы тяжести | |
| ЛИБО | |
| Вычисление силы тяжести если далее говорится, что выигрыш в силе равен проигрышу в расстоянии. | 2 балла |
| 3) Понимание, что человеку нужно вытянуть веревку длиной $2L$ | 2 балла |
| 4) Определение силы F через равенство работ или через соотношение выигрыша в силе и проигрыша в расстоянии. | 3 балла |

Максимальный балл -10

Задача №5

- 1) Используя пластилин, добейтесь того, чтобы трубочка плавала в воде в вертикальном положении, не переворачиваясь, как показано на рисунке. Добавляя пластилин постепенно, определите **минимальную** высоту h погруженной в воду части трубочки, при которой трубочка не переворачивается.
- 2) Достаньте трубочку с пластилином из воды. Определите, на каком расстоянии от конца трубочки, который был погружен в воду, находится ее центр тяжести.
- 3) Повторите измерения еще для двух трубочек. Результаты всех измерений представьте в виде таблицы. Сделайте вывод по результатам измерений.



Внимание! Чтобы пластилин легче входил в трубочку, его нужно предварительно скатать «колбаской», а внутренние стенки трубочки смочить водой. **Пластилин не должен пропускать воду в трубочку и выступать ниже ее конца.** Линейку под воду не опускать!

Оборудование: сосуд с водой, три трубочки, пластилин, линейка, нить, бумажная салфетка.

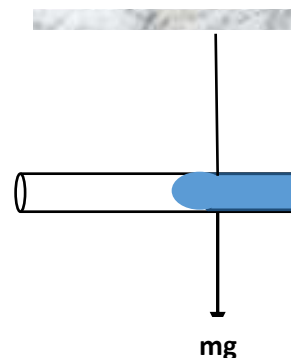
Автор: Иоголевич Иван Александрович

Указания для организаторов.

1. Сосуд с водой. В качестве сосуда для воды можно использовать одноразовый стакан емкостью 0.5 л. Стакан необходимо заполнить водой примерно на $\frac{3}{4}$.
2. Трубочки для колы (широкие пластиковые трубочки) необходимо нарезать на кусочки длиной по 7-8 см. Каждому участнику выдать по три короткие трубочки.
3. Каждому участнику необходимо выдать четверть стандартного бруска пластилина.
4. Одна линейка длиной от 10 см.
5. Нить длиной 20-25 см.
6. Бумажная салфетка.

Возможное решение.

1. Первая часть измерений описана в условии задачи.
2. Для определения положения центра тяжести трубочки с пластилином используем нить, как показано на рисунке.
3. Вывод: центр тяжести находится на расстоянии $h/2$ от нижнего конца трубочки.



Критерии оценивания.

№	Что оценивается	Баллы
1.	Измерено и записано значение h	1
2.	Описан правильный способ нахождения центра тяжести	2
3.	Положение центра тяжести ($\approx h/2$ от нижнего конца трубочки)	2
4.	Повторные измерения в пункте №2	2
5.	Повторные измерения в пункте №3	1
6.	Правильный вывод о положении центра тяжести	2

Максимальный балл -10