Интеллектуальный марафон школьников оп физике. 2016 год.

Очный тур. **8** класс.

Задача №1. Переохлажденная вода.

При равномерном медленном охлаждении воды можно добиться чтобы её температура опустилась ниже 0 ^{0}C, но вода при этом будет оставаться в жидком состоянии. Такое состояние воды называется переохлажденным и объясняется тем, что для запуска процесса кристаллизации необходимо наличие некоторых неоднородностей, которые и станут центрами распространяющейся кристаллизации. В обычной воде такими центрами кристаллизации становятся примеси, которые в дистиллированной воде отсутствуют. Если же встряхнуть бутылку с переохлажденной водой или просто щелкнуть по ней пальцем или что-нибудь в ней бросить, то возникнут необходимые неоднородности

1. В $V_1 = 1$л переохлажденной воды, находящейся в калориметре при температуре $t_1 = -10^0 C$, кинули песчинку. Найдите массу образовавшегося льда и объем получившейся смеси (объемом и теплоемкостью песчинки, а также теплообменом с окружающей средой можно пренебречь).
2. В переохлажденную воду массой m_2, находящуюся в калориметре при температуре $t_2 = -5^o C$ добавили лед массой $m_л$ при температуре $\text{t}_л = -180^o C$. В результате в калориметре получился чистый лед при температуре $t_к = -10^o C$. Найдите отношение $\frac{m_2}{m_л}$.

Указание: удельная теплоемкость переохлажденной воды $c_в = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^o C}$, удельная теплоемкость льда $c_л = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^o C}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, плотность воды $\rho_в = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность льда $\rho_л = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Автор задачи: Абдрахманов Марат Махмутович, учащийся 9 класса МБОУ «ФМЛ №31 г. Челябинска», призер всероссийских олимпиад школьников по физике и математике (под редакцией Карманова М.Л.).

Возможное решение и критерии оценивания.

В первом опыте вода кристаллизуется, а выделившаяся энергия идет на нагрев воды и нагрев образовавшегося льда.

$\lambda m = c_в m_в (10^o C) + c_л m (10^o C)$ **(3 балла)**

Откуда: $m = \frac{c_в m_в (10^o C)}{\lambda + c_л (10^o C)} = 120$ г. **(2 балла)**

Соответственно воды останется 880 г. Найдем объем образовавшейся смеси. $V = \frac{m}{\rho_л} + \frac{m_в - m}{\rho_в} = 1{,}013$ л. **(1 балл)**

Примечание: если забыть учесть тепло, необходимое для нагрева льда, то получится ответ 127 г. В этом случае за первую часть задачи вы можете получить максимум 2 балла.

Во втором опыте тепло отдается в результате кристаллизации воды и охлаждения образовавшегося льда. Все это тепло идет на нагрев льда, который находился в сосуде изначально.

$\lambda m_2 + \text{c}_л m_2 (5^o C) = c_л m_л (170^o C)$ **(2 балла)**

Откуда: $\frac{m_2}{m_л} = \frac{c_л (170^o C)}{\lambda + \text{c}_л (5^o C)} = 1{,}05.$ **(2 балла)**

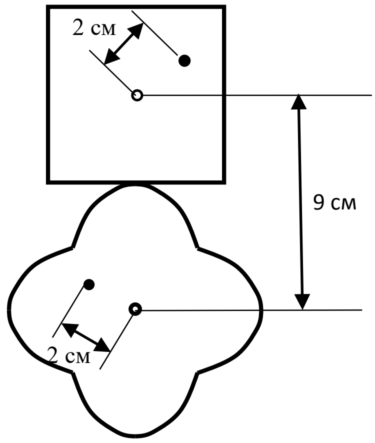
Задача №2. Механический компьютер.

Часть 1.

Мальчик с девочкой пошли кататься на карусели. Мальчик сел в машинку, расположенную на расстоянии r_1 от оси вращения карусели, а девочка – на лошадку, расположенную на расстоянии r_2 от оси вращения.

1) Во сколько раз отличается путь девочки относительно земли за один оборот карусели, от пути мальчика относительно земли за один оборот карусели?
2) Во сколько раз отличаются скорость девочки относительно земли от скорости мальчика относительно земли? Подсказка: Не смотря на разное расстояние до оси вращения, один оборот на карусели занимает у мальчика и у девочки одинаковое время.

Часть 2.



В некотором механическом компьютере в блоке взятия первообразных используется пара шестерен нестандартной формы. Одна шестерня имеет форму квадрата, а другая – звезды. Шестерни соприкасаются друг с другом и должны вращаться без проскальзывания. На каждой из шестерен черной краской отмечена точка на расстоянии 2 см от оси вращения. Квадратную шестерню вращают равномерно (отмеченная на ней точка движется с постоянной скоростью). При этом скорость точки, отмеченной на второй шестерне, постоянно меняется. Выяснилось, что минимальное значение скорости точки на нижней шестерне в 2 раза меньше скорости точки на квадратной шестерне. Расстояние между осями шестерен равно 9 см.

1) Нарисуйте взаимные расположения шестерен, при котором скорость черной точки на звездообразной шестерне минимальна.
2) Определите длину стороны квадратной шестерни.

Автор: Андреев Алексей Витальевич, учащийся 11 класса школы №125 г. Снежинска, победитель всероссийской олимпиады школьников по физике (под редакцией Карманова М.Л.).

Возможное решение и критерии оценивания.

Часть 1.

Мальчик и девочка движутся по окружностям радиусы которых равны r_1 и r_2 соответственно. Значит путь, пройденный каждым из них за один оборот равен длине соответствующей окружности. **(1 балл)**

$\frac{L_д}{L_м} = \frac{2\pi r_2}{2\pi r_1} = \frac{r_2}{r_1}$ **(1 балл)**.

Так как один борот на карусели мальчик и девочка совершают за одинаковое время, то отношение их скоростей равно отношению путей.

$\frac{V_д}{V_м} = \frac{L_д}{L_м} = \frac{r_2}{r_1}$ **(1 балл)**.

Значит при вращении тела скорости его точек пропорциональны расстоянию до оси вращения.

Часть 2.

Обозначим черную точку на верхней (квадратной) шестеренке А, на нижней – В, а точку в которой шестеренки соприкасаются – С, ось вращения верхней шестеренки - O_1, нижней - O_2.

Так как шестеренки вращаются без проскальзывания, то скорости точек, которыми шестеренки касаются друг друга, одинаковы. Обозначим эту скорость V_C. **(2 балла)**

Тогда для квадратной шестеренки можем записать $\frac{V_C}{V_A} = \frac{O_1C}{2\text{ см}}$, откуда $V_C = V_A\frac{O_1C}{2\text{ см}}$. **(1 балл)**

Запишем аналогичное соотношение для второй шестерни $\frac{V_C}{V_B} = \frac{O_2C}{2\text{ см}}$, откуда $V_C = V_B\frac{O_2C}{2\text{ см}}$. **(1 балл)**

Приравняв правые части получим: $V_A\frac{O_1C}{2\text{ см}} = V_B\frac{O_2C}{2\text{ см}}$, откуда $\frac{V_B}{V_A} = \frac{O_1C}{O_2C}$. При этом сумма расстояний $O_1C + O_2C = 9\text{ см}$. Из полученного выражения видно, что скорость точки В минимальна, когда расстояние O_1C – минимально, а расстояние O_2C – максимально. Это достигается при взаимном расположении шестерен, которое указано в условии задачи. **(1 балл)**

При таком расположении $\frac{V_B}{V_A} = \frac{1}{2} = \frac{O_1C}{O_2C}$, следовательно $O_2C = 2O_1C$. **(1 балл)** Учитывая, что в сумме эти расстояния дают 9 см, получим, что $O_1C = 3$ см. Тогда сторона квадрата равна 6 см. **(1 балл)**

Задача №3. Про деньги.

Используя предложенное оборудование, определите:

1. Толщину одной монетки.
2. Длину окружности одной монетки.
3. Объем одной монетки.
4. Массу листа бумаги.
5. Плотность материала, из которого изготовлена монета.

Оборудование: 5 монет достоинством 10 копеек, лист миллиметровой бумаги неправильной формы, тело известной массы (гирька, массой 2 г).

Важно. На листе миллиметровой бумаги можно делать любые пометки. Новый лист миллиметровой бумаги Вам не выдадут, прежде чем с ним что-то сделать – подумайте.

Обязательно опишите какие опыты вы проводили, какие измерения у вас получились, по каким формулам вы выполняли расчеты.

Автор: Фокин Андрей Владимирович, учитель физики физико-математического лицея №31г. Челябинска

Возможное решение и критерии оценивания.

0. Для измерения расстояний будем пользоваться миллиметровкой, зная, что её клеточки имеют размер 1 мм х 1 мм.
1. Для определения толщины монетки воспользуемся методом рядов. Положим монетки столбиком и определим его высоту (6 мм). Разделив высоту столбика на количество монет в нем, найдем толщину одной *h = 1,2 мм* **(1 балл)**.
2. Для нахождения длины окружности L монетки прокатим один оборот по миллиметровой бумаге. Расстояние, которое пройдет монетка и будет длиной окружности *L=5,5 см.* **(1 балл)**
3. Для определения объема монетки умножим ее высоту (найдено в пункте 1) на площадь монетки. Площадь монеты найдем по формуле πR^2, где R- радиус окружности, который найдем, зная длину окружности (пункт 2) по формуле $\frac{L}{2\pi}$. Объем равен 0,29 см^3 **(1 балл)**.
4. Для нахождения массы листа бумаги сделаем из него рычаг, согнув его в П-образный профиль (см. рис.) **(1 балл)**.
5. Определим положение центра масс полученной фигуры и отметим его на листе **(1 балл)**.
6. Уравновесим на краю парты лист бумаги и гирьку известной массы. Найдем плечи соответствующих сил. Из условия равновесия определим массу выданного листа. Плечи получились равными: l_1*=5 см*, l_2*=1,5 см*, при массе гирьки 2 г, получаем, что масса листа равна 0,6 г **(2 балла)**.
7. Определим массу монеты, воспользовавшись листом бумаги из предыдущего пункта как рычагом расположив его центр масс на краю парты. Плечи оказались равными. **(1 балл)**.
8. Определим массу монетки. Она оказалась равной 2 г **(1 балл)**.
9. Определим плотность монеты, разделив ее массу на объем. Получаем 6,9 г/см^3 **(1 балл)**.