КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ

регионального этапа Оренбургской областной олимпиады школьников 5-8 классов по физике

7 класс

ЗАДАНИЕ 1. «Инженерный подход»

За абсолютно правильное и подробное решение задания предусмотрено 3 балла.

Предположим, вам очень срочно понадобилось сделать ровное аккуратное отверстие в резиновом колпачке для химической колбы, чтобы потом можно было через отверстие просунуть стеклянную трубочку. Вопрос в том, как это сделать? Если мы воспользуемся сверлом и дрелью – отверстие получится неаккуратным, а резину будет «зажевывать». Если мы попытаемся прожечь отверстие с помощью паяльника – расплавленная резина будет заливаться в отверстие. Предложите идею, как можно осуществить задуманное?

Возможное решение:

При выполнении задания участники могут проявить фантазию и предлагать самые разные варианты решения проблемы. Задача проверяющего – объективно оценить предложенный метод по критериям **доступности. реалистичности и точности выполнения задания.** Пример: резиновую пробку модно предварительно заморозить и тогда при сверлении резина будет жесткой и не будет зажевываться. Данный пример доступен к исполнению в бытовых/лабораторных условиях **(+1 б),** пример является реалистичным, не использует фантастических концепций **(+1 б),** пример соблюдает изначальное ТЗ – сделать аккуратное отверстие **(+1 б).**

ЗАДАНИЕ 2. «Построение формул»

За абсолютно правильное и подробное решение задания предусмотрено 5 баллов.

При расчёте скорости движения тела с характерным размером $6\pi R$ [м] в жидкости с известной вязкостью η [Па*с], используется измеренное при движении значение силы сопротивления жидкости F [Н]. Определите формулу, по которой можно вычислить скорость, используя предоставленные значения.

Возможное решение:

Цель задания – используя предложенные физические величины получить формулу для вычисления скорости. Будем исходить из соображения размерности.

Скорость обладает размерностью [м/с]. Нам предоставлены динамическая вязкость [Па*с], размер тела [м] и сила сопротивления [F].

Вспомним, что формула для вычисления давления p = F/S [Па = Н/м^2]. Тогда, чтобы получить [м/с] – оставим динамическую вязкость в знаменателе, избавимся от [Н] в формуле, поставив силу сопротивления в числитель, а также в знаменатель поставим характерный размер тела, чтобы избавиться от лишних [м]:

$$\frac{\text{Н}}{\text{Па} * \text{с} * \text{м}} = \frac{\text{Н} * \text{м}^2}{\text{Н} * \text{с} * \text{м}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Отсюда, формула для скорости: $v = \frac{F}{6\pi R\eta}$

Оценивание работы производится по следующим критериям:

Участник предоставил размышления о том, что необходимо исходить из размерностей **(+1б),** участник разложил одну из велечин на составные (например, Па = Н/м^2) **(+1б),** участник использовал полученные размерности и составил уравнение для получения формулы **(+1б),** участник получил правильную формулу **(+2б).**

Также допускается поставить участнику **+1 бонусный балл**, если ученик узнает в полученном выражении **формулу Стокса** и укажет на это.

ЗАДАНИЕ 3. «Пираты»

За абсолютно правильное и подробное решение задания предусмотрено 5 баллов.

По реке против течения плывёт корабль. В 500 м от него, позади, в противоположном направлении, плывёт другой корабль. Пират с первого корабля отправляет на второй корабль попугая с посланием. Попугай летит со скоростью вдвое большей, чем скорость течения. Определите скорость течения реки, если известно, что попугай доставляет послание спустя 4 минуты, собственная скорость первого корабля (без учёта течения) в 4 раза больше скорости течения, а на втором корабле пираты «сушат вёсла» и свернули паруса.

Возможное решение:

Известно, что попугай за 4 минуты (т.е. 240 сек) пролетит расстояние между кораблями. А т.к. известно, что скорость попугая вдвое больше скорости течения, получим выражение

$S = v_п t = 2v_т t$ **(+1б)**

Движение попугая мы также можем представить, как 500 м + смещение второго корабля (т.к. удаление первого корабля не влияет на расстояние, которое пролетит попугай)

Участникам, которые догадались до этого и указали на это - сразу +2б)

$S = 500 + v_т t$

Приравнивая расстояния, получим: $2v_т t = 500 + v_т t$

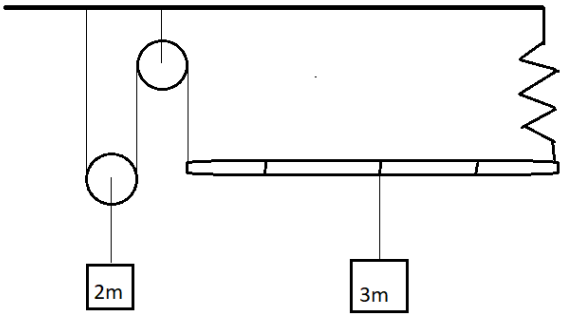
А отсюда, скорость течения: $v_т = 2{,}08$ м/с **(+2б за верное решение)**

Дополнение: участникам, которые попались в ловушку пиратов, начали считать скорость расхождения кораблей, отсюда вычислять расстояние между кораблями и уже его приравнивать к расстоянию, которое пролетел попугай, можно суммарно, в случае полностью выполненного задания, поставить **максимум 2 балла** (за старание).

ЗАДАНИЕ 4. «Шаткая конструкция»

За абсолютно правильное и подробное решение задания предусмотрено 5 баллов.

Определите жесткость пружины, при которой система будет находиться в равновесии: Известно, что m = 2 кг, а растяжение пружины - 10 см.



Возможное решение:

Выясним, какие силы вообще влияют на конструкцию. В данном случае, это сила тяжести первого груза 2mg, сила тяжести второго груза 3mg и сила упругости пружины kx. (также участники могут указать на наличие силы тяжести самого стержня, но наличие этой силы не сказывается на решении) **(+1б)**

Видим, что первый груз закреплен к стержню через подвижный блок, а значит, на стержень со стороны груза будет действовать сила натяжения T, направленная вверх, вдвое меньшая по модулю, чем сила тяжести груза: T = mg **(+1б)**

Заметим, что второй груз подвешен к центру стержня, а значит его влиянием (равно как и влиянием тяжести самого стержня) можно пренебречь, сравнивая лишь силу упругости пружины и натяжение нити, находящихся на равном расстоянии от центра стержня

kx = T, отсюда k = T/x = mg/x **(+2б)**

Итого, получаем верный ответ, не забыв перевести растяжение пружины в систему СИ:

k = 200 Н/м **(+1б)**

ЗАДАНИЕ 5. «Древний Оренбург»

За абсолютно правильное и подробное решение задания предусмотрено 10 баллов.

В современном Оренбуржье можно встретить холмы со слоистой структурой. Данный феномен – прямое следствие того, что ранее территория Оренбургской области была дном древнего Южного океана. Один из таких холмов состоит из 4 последовательных слоёв грунта. Первый слой – песок с плотностью 1500 кг/м^2. Каждый последующий слой, кроме последнего, на 20% плотнее предыдущего. Средняя плотность всего холма $\rho_{ср}$ = 2161,8 кг/м^3. Определите глубину древнего океана, если известны следующие факты:

- изначально 4-ый слой был мягким грунтом с плотностью 1200 кг/м^3;
- каждый следующий слой, начиная с верхушки, по объёму больше предыдущего на 20%. Объём верхнего слоя = 20 м^3;
- Сам древний океан считаем солёной водой с плотностью 1080 кг/м^3;
- изменение плотности грунта считаем как произведение давления P на коэффициент спрессовывания k = 3,96 * 10^{-5} кг/(м^3 * Па).

Возможное решение:

Уже известная нам средняя плотность вычисляется как вся масса, разделенная на весь объём.

А значит, поочередно вычислим массу каждого из 4 слоёв и подставим в выражение:

$$\rho_{общ} = \frac{\sum \rho V}{\sum V} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \rho_3 V_3 + \rho_4 V_4}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}$$

(+1 б)

Также учтём, что каждый последующий слой по объёму на 20% больше предыдущего, а также плотность каждого слоя, кроме последнего (его плотность нам известна) на 20% больше предыдущего:

$$\rho_{общ} = \frac{\rho_1 V_1 + 1{,}2\rho_1 \times 1{,}2\, V_1 + 1{,}44\rho_1 \times 1{,}44 V_1 + \rho_4 \times 1{,}73 V_1}{V_1 + 1{,}2V_1 + 1{,}44V_1 + 1{,}73V_1}$$

(+2 б)

Отсюда выводим выражение для общей плотности холма:

$$\rho_{общ} = \frac{4{,}51\rho_1 V_1 + 1{,}73\rho_4 V_1}{5{,}37V_1}$$

(+1 б)

Теперь, обладая всеми необходимыми данными, можем вычислить плотность четвёртого слоя:

$$\rho_4 = \frac{5{,}37\rho_{общ} - 4{,}51\rho_1}{1{,}73} = 2799{,}92 \text{ кг/м}^3$$

(+1 б)

Теперь мы знаем разницу между современным значением плотности четвертого слоя и тем, что было во времена древнего Южного океана:

$$\Delta\rho = \rho_4 - \rho_0$$

(+1 б)

Также, исходя из условия, мы можем составить формулу для вычисления изменения плотности через коэффициент опрессовки:

$$\Delta\rho = k_{опр} P$$

(+1 б)

Роль давления здесь выполняет гидростатическое давление океана:

$$\Delta\rho = k_{опр}\rho_{ок} g H$$

(+2 б)

И, наконец, мы можем выразить глубину океана и вычислить её:

$$H = \frac{\rho_4 - \rho_0}{k_{\text{опр}}\rho_{\text{ок}}g} \approx 3273 \text{ м}$$

(+1 б)