КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ

регионального этапа Оренбургской областной олимпиады школьников 5-8 классов по физике 2023/24 учебный год

8 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 3 балла.

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:

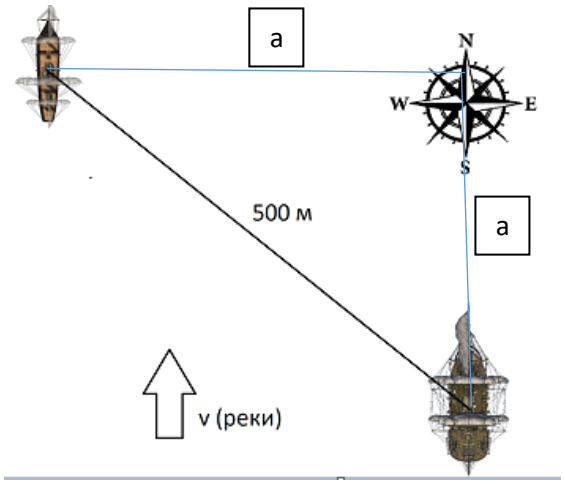
Участник разложил одну из велечин на составные (например, Па = Н/м^2) **(+1б),** участник использовал полученные размерности и составил уравнение для получения формулы **(+1б),** участник получил правильную формулу **(+1б).**

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.

вдоль реки по течению плывёт пиратский корабль, ровно на север. Со смотровой вышки капитану рапортуют, что в направлении на северо-запад на расстоянии 500 м обнаружено торговое судно! Дальнобойность пушек пиратов – 400 м. Определите, через какое время пираты смогут произвести первый залп, если собственные скорости кораблей совпадают и в 2 раза превышают скорость течения, а скорость течения равна 2 м/с.



Возможное решение:

Так как направление на торговое судно – Северо-Запад, что соответствует 45° от Севера, значит оба корабля и условный Север образуют равносторонний прямоугольный треугольник, сторону которого мы можем определить с помощью теоремы Пифагора (за рассуждение о теореме Пифагора **+1 б):**

$500^2 = a^2 + a^2$

a = 353,6 м **(+1 б)**

Полученная величина будет являться расстоянием между параллелями курсов движения кораблей. На момент, когда пираты будут готовы к залпу, треугольник немного изменится: гипотенуза с 500 м уменьшится до 400 м, также величина катета, соответствующего курсу движения пиратского судна на север, уменьшится с ранее вычисленного **a** до **l**.

С помощью той же теоремы Пифагора определим величину **l:**

$400^2 = 353{,}6^2 + l^2$

$l = 187$ м **(+1 б)**

Зная расстояние, которое прошел кораблю до выстрела, определим время, затраченное на это перемещение. Для этого сперва нужно вычислить скорость сближения кораблей:

$V = (v_1+v_т) + (v_2-v_т) = 2v_т + v_т + 2v_т - v_т = 4v_т = 8$ м/с **(+1 б)**

Отсюда, искомое время между обнаружением торгового судна и залпа из пушек:

$T = l/v = 187$ (м) / 8 (м/с) = 23,375 (с) **(+1 б)**

ЗАДАНИЕ 4. «Шаткая конструкция»

За абсолютно правильное и подробное решение задания предусмотрено 5 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 $p_{ср}$ = 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).

Для удобства, все попутные вычисления сокращать до сотых. Ускорение свободного падения принимаем за 10 м/с^2.

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:

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

(+1 б)

Отсюда выводим выражение для общей плотности холма:

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

(+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:

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

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:

$$\Delta\rho = k_{опр}\rho_{ок} g H$$

(+1 б)

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

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

(+1 б)

ЗАДАНИЕ 5. «Шаткая конструкция»

За абсолютно правильное и подробное решение задания предусмотрено 10 баллов.

На решетке, опирающейся на пружину, лежит куб льда массой 10 кг при 0 ºС. Сверху на него положили равную площади куба раскалённую до 300 ºС стальную пластину с массой 7 кг. Сможет ли пластина растопить весь лёд? Определите на сколько сантиметров изменится сжатие пружины, если изначально она деформирована на 10 см.

Возможное решение:

Для начала, определим, сколько тепловой энергии способна отдать пластина, если она остынет до температуры льда:

$Q_{пл} = c_{ст} m_{пл}(t_1 - t_2) = 1\,050\,000$ Дж **(+2 б)**

Теперь выясним, какое количество теплоты необходимо для того, чтобы полностью растопить лёд:

$Q = \lambda_л m_л = 3\,300\,000$ Дж **(+1 б)**

Отсюда делаем вывод о том, что пластина не сможет растопить весь лёд. Определим же, сколько льда в итоге пластина сможет расплавить:

$m = Q_{пл}/\lambda_л = 3{,}18$ кг **(+2 б)**

Так как вся конструкция стоит на решетке – значит, талая вода будет вытекать наружу. Отсюда вывод, что вся масса расплавленного льда будет вычитаться из массы всей конструкции.

Известно, что изначально пружина была сжата на 10 см, удерживая массу льда и пластины.

Отсюда:

$Mg = kx$

$(10 + 7)g = 0{,}1\ k$

$k = 1700$ Н/м **(+2 б)**

Теперь же масса конструкции уменьшилась на массу растаявшего льда, отсюда новое значение сжатия пружины:

$X = M'g/k$

$X = 0{,}08$ м (или 8 см) **(+1 б)**

Значит, пружина поднимется на 2 см вверх, когда пластина полностью остынет и перестанет топить лёд. **(+2 б)**