Задача 1.

Арина Медведева решила налить в цилиндрический сосуд воду и ртуть, равные по массе. Общая высота жидкостей в сосуде $H = 146$ см. Найди давление p на дно сосуда. Атмосферное давление не учитывать. Плотность ртути $\rho = 13,6$ г/см^3. $g = 10$ м/с^2.

Решение и критерии.

Ответ: 27,2 кПа.

Искомое давление $p = \rho g h_1 + \rho_0 g h_2$, где ρ_0 – плотность воды, h_1, h_2 – высоты ртути и воды соответственно. $H = h_1 + h_2$. Так как масса ртути равна массе воды, то: $\rho g h_1 = \rho_0 g h_2$. Из этой системы получаем: $p = 2\rho_0 \rho g H/(\rho_0 + \rho) = 27,2$ кПа.

2 балла. Верно соствлены все три уравнения и верно решена полученная система.

1 балл. Верно составлены все три уравнения, но в ходе решения системы была допущена ошибка. Либо ошибка при подсчете числового значения.

0 баллов. Любые другие случаи.

Задача 2.

Тема Благодатский разлил стакан со ртутью и водой, поэтому на направлении естественных наук произошла авария, и теперь у семи школьников по три руки. Какое максимальное количество этих школьников могут одновременно взяться за руки?

Решение и критерии.

Ответ: 6.

Общее число рук $7 \cdot 3 = 21$ – нечетное число. Для рукопожатия нужно 2 руки, поэтому для успешного рукопожатия необходимо четное число рук. Значит семь школьников не могут взяться за руки одновременно. А вот 6 могут, несложно привести соответствующий пример.

2 балла. Есть обоснование, что 7 школьников взяться не могут + пример, что 6 могут.

1 балл. Есть обоснование, что 7 школьников не могут взяться за руку, но нет примера для 6 школьников. Либо есть пример, что 6 школьников могут взяться за руки, но нет обоснования, почему 7 школьников не могут.

0 баллов. Любые другие случаи.

Задача 3.

В треугольнике ABC известно, что $\angle BAC = \alpha, \angle BCA = \beta, AB = c$. Чему равна площадь треугольника ABC?

Решение и критерии.

Ответ:

$$S = \frac{c^2 \sin(\alpha + \beta) \sin \alpha}{2 \sin \beta}$$

По теореме синусов:

$$\frac{c}{\sin \beta} = \frac{AC}{\sin(180^o - \alpha - \beta)}$$

.

Поэтому:

$$AC = \frac{c \cdot \sin(\alpha + \beta)}{\sin \beta}$$

Площадь треугольника:

$$S = \frac{1}{2} AB \cdot AC \cdot \sin\alpha = \frac{c^2 \sin(\alpha + \beta) \sin\alpha}{2 \sin\beta}$$

2 балла. Верно написаны формулы теоремы синусов и площади треугольника, верно доведена до ответа.

1 балл. Все формулы записаны верно, но есть ошибка в преобразованиях, в результате чего ответ неверный.

0 баллов. Любые другие случаи.

Задача 4.

Прогуливаясь по библиотеке, Вика Луковская увидела лежащую на полке книгу высотой 30 см и массой 150 грамм. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы эту книгу поставить вертикально? Масса по книге распределена однородно. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

Решение и критерии.

Ответ: 0,225 Дж

Чтобы поставить книгу вертикально нужно, чтобы центр масс поднялся на высоту $h = 15$ см. При этом совершенная работа равна приросту потенциальной энергии: $A = mgh = 0,15 \cdot 10 \cdot 0,15 = 0,225$ Дж.

2 балла. Верно написана формула для работы, сказано, что нужно считать именно изменение потенциальной энергии центра масс. Если опонент или судья задал вопрос про центр масс, и докладчик ответил верно, то считаем задачу полностью решенной.

1 балл. Верно написана формула, но не сказано явно, что нужно считать изменение потенциальной энергии центра масс. Если опонент или судья задал вопрос про центр масс, и докладчик ответил неверно, либо не ответил вообще, то 1 балл. Либо допущена арифметическая ошибка.

0 баллов. Любые другие случаи.

Несколько замечаний.

1. В задаче 4 если школьнику был задан вопрос про центр масс от опонента и при этом школьник не отвечает либо отвечает неверно, то ставим 1:1, задача снимается. Если отвечает верно, то 2:0.

2. Если в задаче написана верная математическая модель, то задача в любом случае будет снята, так как содержательная её часть закончилась. При этом в любом случае команде докладчика ставится 1 балл. А если еще и верно решена математическая модель, то полный балл.