



# Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Техника и технологии»

7-8 классы

Отборочный этап

2022-2023

Вариант 1

Задания, ответы и критерии оценивания

## БАЗОВАЯ ЧАСТЬ

**Задача 1 (20 баллов).** На районном туре олимпиады по математике 15% участников не решили ни одной задачи, 144 участника решили задачи с ошибками. Отношение количества участников верно решивших все задачи к количеству участников, которые не решили ни одной задачи, равно 5:3. Сколько человек участвовало в районной олимпиаде?

**Ответ:** 240.

**Решение.** Если по условию задачи 15% участников не решили ни одной задачи, то  $\frac{5}{3} \cdot 15\% = 25\%$  участников решили правильно все задачи. Тогда  $100\% - 15\% - 25\% = 60\%$  участников решили не все задачи. Следовательно, всего участников  $144 : 0,6 = 240$  человек.

**Задача 2 (20 баллов).** Петя нарисовал окружность, отметил 8 точек на окружности и соединил каждую точку со всеми остальными точками отрезками. Сколько всего отрезков нарисовал Петя?

**Ответ:** 28.

**Решение.** Общее количество отрезков выходящих из каждой точки равно  $7 \cdot 8 = 56$ , но каждый из отрезков посчитан два раза. Тогда Петя нарисовал  $56 : 2 = 28$  отрезков.

**Задача 3 (20 баллов).** Известно, что на некоторой планете ускорение свободного падения на 50% меньше, чем на Земле. На сколько процентов должна отличаться масса тела, находящегося на этой планете, от массы тела, находящегося на Земле, для того, чтобы их силы тяжести были одинаковыми?

**Ответ:** на 100%.

**Решение.** Ускорение свободного падения на планете  $g = 0,5g_{\text{земли}}$ . Следовательно, масса тела  $m = \frac{F}{g} = \frac{F}{0,5g_{\text{земли}}} = 2g_{\text{земли}}$ . То есть масса тела, находящегося на планете, больше массы тела, находящегося на Земле на 100%.

**Задача 4 (20 баллов).** Расстояние  $L=120$  км автомобиль проехал за время  $T=2$  часа. Его скорость на первом, хорошем участке пути была на 5 км/ч больше средней скорости, а на втором, плохом участке, на 5 км/ч меньше средней скорости. Какова длина хорошего участка пути?

**Ответ:** 65 км.

**Решение.** Средняя скорость:  $V_{\text{ср}} = L/T = 120/2 = 60$  км/ч. С другой стороны:

$$V_{\text{ср}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{120}{\frac{S_1}{65} + \frac{120 - S_1}{55}}. \text{ В результате, получаем } S_1 = 65 \text{ км.}$$

## ПРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### Направление «Авиационная и ракетно-космическая техника»

**Задача 5 (20 баллов).** Из одного города в другой вылетел беспилотный летающий аппарат (БПЛА). Когда он пролетел 270 км, вслед за ним вылетел другой БПЛА со скоростью в 10 раз большей, чем у первого. Второго города они достигли одновременно. Чему равно расстояние между городами?

**Решение:**

$v$  – скорость первого БПЛА,  $10v$  – скорость второго.

$S = v \cdot t_1$ , где  $t_1$  – время полета первого БПЛА

$S = 10v \cdot t_2$ , где  $t_2$  – время полёта второго.

$t = \frac{\Delta S}{v}$  –разница во времени между временами полёта первого и второго БПЛА.

$t_1 - t_2 = t$

$$\frac{S}{v} - \frac{S}{10v} = \frac{\Delta S}{v}$$

$S = 300$  км

**Ответ:** 300 км

### Направление «Биотехнологии»

**Задача 5 (20 баллов).** Соотнесите вид микроорганизма с его формой. Ответ представьте в виде: 1В, 2А...

- |                  |                                     |
|------------------|-------------------------------------|
| 1) шаровидные    | А) <i>Treponema pallidum</i>        |
| 2) палочковидные | Б) <i>Lactobacillus acidophilus</i> |
| 3) извитые       | В) <i>Lactococcus lactis</i>        |

**Ответ:** 1В, 2Б, 3А

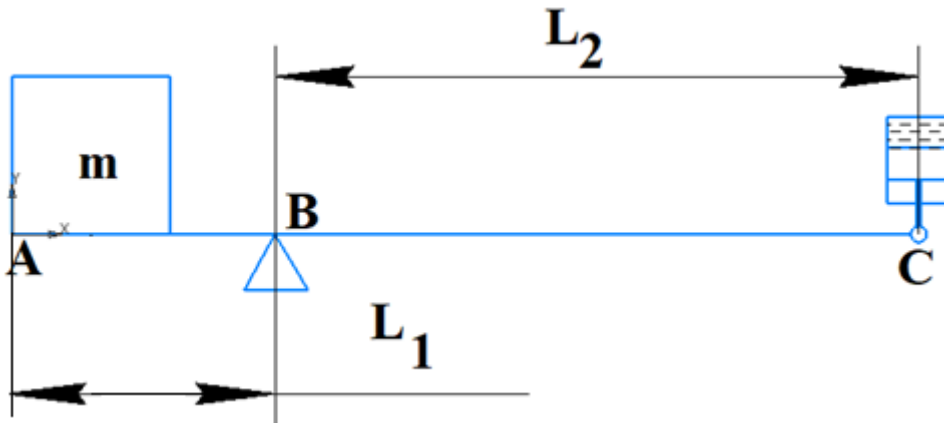
### Направление «Информационная безопасность»

**Задача 5 (20 баллов).** Женя решила поделиться забавным палиндромом с Ксюшей, отправив в социальной сети. Но, Женя не хотела, чтобы о нем узнал кто-то другой, поэтому решила зашифровать: удалила пробелы между словами, перемешала буквы и получила вот что: ИААСОЛСМТЬЫМРЪУЯМНМАШЯООРИУШЗОЗПААТПЫЛН. Помогите Ксюше прочитать палиндром (палиндром – текст, читающийся одинаково в обоих направлениях. Например: «А роза упала на лапу Азора»).

**Ответ:** муза, ранясь шилом опыта, ты помолишься на разум

## Направление «Машиностроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Рука промышленного робота состоит из двух плеч АВ и ВС. Подъем груза массой  $m$  осуществляется за счет пневмоцилиндра, шток которого, шарнирно соединенный с плечом ВС, выдвигается вниз. Определить максимальную массу груза, которую сможет поднять данная рука, если известно, что диаметр поршня  $D = 40$  мм, давление воздуха в бесштоковой полости пневмоцилиндра  $p = 0,4$  МПа, длины плеч рычага  $L_1 = 12$  см и  $L_2 = 40$  см соответственно (принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>).



**Решение:**

Правило моментов для рычага имеет вид:  $F_1L_1 = F_2L_2$ .

Усилие на штоке равно  $F_2 = (\pi \cdot D^2 / 4) \cdot p = (3,14 \cdot 0,04^2 / 4) \cdot 400000 = 502,4$  Н.

Усилие на левом плече будет равно  $F_1 = F_2L_2 / L_1 = 502,4 \cdot 0,4 / 0,12 \approx 1673$  Н.

Искомая масса груза  $m = F_1 / g = 1673 / 10 = 167,3$  кг.

**Ответ:** 167,3 кг.

## Направление «Техника и технологии наземного транспорта»

### Пояснение к задаче

«Сердцем» любого автомобиля является его силовая установка. В настоящее время автомобили, как правило, оснащаются либо двигателями внутреннего сгорания (ДВС), либо электромоторами.

Из теории ДВС известно, что степень сжатия двигателя – это отношение полного объема цилиндра (надпоршневое пространство цилиндра двигателя при положении поршня в нижней мертвой точке, НМТ) к объему камеры сгорания цилиндра.

Полный объем цилиндра, в свою очередь, можно определить как сумму рабочего объема цилиндра и объема его камеры сгорания.

Рабочий объем цилиндра определяется как произведение площади сечения цилиндра на длину хода поршня (расстояние от нижней мертвой точки (НМТ) до верхней мертвой точки (ВМТ)).

Рабочий объем двигателя внутреннего сгорания равен сумме рабочих объемов всех его цилиндров.

**Задача 5 (20 баллов).** На отечественный автомобиль «Лада Калина» устанавливается 4-цилиндровый бензиновый двигатель. Этот силовой агрегат имеет следующие технические характеристики:

- ход поршня:  $h_{\text{п}} = 75,6$  мм;
- диаметр цилиндра:  $D_{\text{ц}} = 82,0$  мм;
- объем камеры сгорания цилиндра:  $V_{\text{КС}} = 42,9$  см<sup>3</sup>.

Определите степень сжатия двигателя  $\varepsilon$ .

**Решение:**

1. Используя пояснения к задачам, составим уравнение для величины степени сжатия двигателя:

$$\varepsilon = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{КС}}} = \frac{V_{\text{рц}} + V_{\text{КС}}}{V_{\text{КС}}}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – степень сжатия;  $V_{\text{п}}$  – полный объем цилиндра двигателя, см<sup>3</sup>;  $V_{\text{рц}}$  – рабочий объем цилиндра двигателя, см<sup>3</sup>;  $V_{\text{КС}}$  – объем камеры сгорания цилиндра двигателя, см<sup>3</sup>.

2. Используя информацию из пояснений к задачам, найдем величину рабочего объема цилиндра двигателя:

$$V_{\text{рц}} = S_{\text{ц}} \cdot h_{\text{п}} = \frac{\pi D_{\text{ц}}^2}{4} h_{\text{п}}, \quad (2)$$

где  $V_{\text{рц}}$  – рабочий объем цилиндра двигателя, см<sup>3</sup>;  $S_{\text{ц}}$  – площадь сечения цилиндра, см<sup>2</sup>;  $h_{\text{п}}$  – ход поршня, см;  $D_{\text{ц}}$  – диаметр цилиндра, см;  $\pi = 3,14$ .

3. Подставим в выражение (2) численные значения входящих в него величин и найдем рабочий объем цилиндра:

$$V_{\text{рц}} = \frac{3,14 \cdot 8,2^2}{4} 7,56 = 399 \text{ см}^3. \quad (3)$$

4. Подставим полученное численное значение  $V_{\text{рц}}$  из выражения (3) в выражение (1) и найдем величину степени сжатия двигателя:

$$\varepsilon = \frac{399 + 42,9}{42,9} = 10,3 \quad (4)$$

**Ответ:**  $\varepsilon = 10,3$ .

### Направление «Приборостроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Для того чтобы изготовить катушку индуктивности, взяли медную проволоку диаметром  $d = 1,5$  мм и длиной  $l = 6,28$  м. Её начали наматывать на фарфоровый цилиндр радиусом  $a = 0,5$  см. Витки наматываются вплотную друг к другу. Определите длину, получающейся катушки.

**Решение:**

Количество витков на катушке:

$$N = \frac{l}{2\pi a} = \frac{628}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5} = 200.$$

Следовательно, длина катушки:

$$s = N \cdot d = 300 \text{ мм.}$$

**Ответ:** 300 мм.

### Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

**Задача 5 (20 баллов).** На парусных судах для движения использовали силу ветра. Общая площадь парусов корабля составляет  $548 \text{ м}^2$ . Зная величину удельного давления ветра  $1,89 \text{ кг/м}^2$  определите силу, с которой ветер толкает судно вперед? Ответ запишите в ньютонах и округлите до целых. Ускорение свободного падения  $g=9,8 \text{ Н/кг}$

**Решение:**

Переводим силу давления в Ньютоны:  $1,89 \text{ кг/м}^2 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 18,522 \text{ Н/м}^2$ .

Умножаем площадь на удельное давление:  $548 \text{ м}^2 \cdot 18,522 \text{ Н/м}^2 = \mathbf{10150 \text{ Н}}$ .

**Ответ:** 10150 Н

### Направление «Технологии материалов»

**Задача 5 (20 баллов).** Водопоглощение – способность материала или изделия впитывать и удерживать в порах и капиллярах воду. Понятие водопоглощение широко используется при анализе качества строительных материалов. Для учебного процесса в класс завезли 3 кг мела. Мел обладает гигроскопичными свойствами. Определите массу мела после насыщения его водой если известно, что водопоглощение по объему равно 29%, а средняя плотность мела –  $1,2 \text{ г/см}^3$ .

**Решение:**

Определяем объём мела  $V = m/\rho = 3000/1,2 = 2500 \text{ см}^3$ .

$$W_o = \frac{m_{вл} - m_{су}}{V}$$

Из формулы водопоглощения по объёму, находим

$$m_{вл} = 0,29 \cdot 2500 + 3000 = 3725 \text{ г.}$$

**Ответ:** 3725 г.

### Направление «Химические технологии»

**Задача 5 (20 баллов).** Одним из показателей эффективности химико-технологического процесса является степень превращения реагента (конверсия)  $x_J$ , где индекс J обозначает компонент, для которого указывается степень превращения. Степенью превращения называют долю превращённого реагента от исходного его количества. Например, степень превращения реагента А, участвующего в реакции вида  $aA + bB = rR + sS$

(заглавные буквы обозначают формулы веществ, прописные буквы обозначают стехиометрические коэффициенты), выражают следующим уравнением:

$$x_A = \frac{c_{A,0} - c_A}{c_{A,0}} = \frac{|\Delta c_A|}{c_{A,0}},$$

где  $c_{A,0}$  исходная концентрация реагента А,  $c_A$  текущая концентрация А в химическом реакторе.

Как соотносятся между собой степени превращения реагентов А и В, для реакции вида  $2A + B \rightarrow \text{продукты}$ , если исходная концентрация реагента А в три раза больше, чем исходная концентрация вещества В?

### Решение

В соответствии с законом эквивалентов справедливо равенство

$$\frac{|\Delta c_A|}{2} = \frac{|\Delta c_B|}{1}. \quad (1)$$

С другой стороны количество реагентов, пошедших на реакцию -  $|\Delta c_A|$  и  $|\Delta c_B|$ , можно выразить через степени превращения реагентов А и В, исходя из определения этих величин:

$$|\Delta c_A| = x_A \cdot c_{A,0}; \quad |\Delta c_B| = x_B \cdot c_{B,0}. \quad (2)$$

Подставляя уравнения (2) в уравнение (1), и учитывая, что по условию задачи  $c_{A,0} = 3c_{B,0}$ , получим

$$\frac{x_A \cdot 3c_{B,0}}{2} = \frac{x_B \cdot c_{B,0}}{1} \quad (3)$$

Переписывая уравнение (3) так, что в левой части будет стоять отношение степени превращения А к степени превращения В, и сокращая величину  $c_{B,0}$ , получим

$$\frac{x_A}{x_B} = \frac{2}{3} \approx 0,67.$$

**Ответ:** отношение степени превращения А к степени превращения В равно 0,67.



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда»  
«Техника и технологии»

7-8 классы

Отборочный этап

2022-2023

Вариант 2

Задания, ответы и критерии оценивания

**БАЗОВАЯ ЧАСТЬ**

**Задача 1 (20 баллов).** На районном туре олимпиады по математике 15% участников не решили ни одной задачи, 174 участника решили задачи с ошибками. Отношение количества участников верно решивших все задачи к количеству участников, которые не решили ни одной задачи, равно 5:3. Сколько человек участвовало в районной олимпиаде?

**Ответ:** 290.

**Решение.** Если по условию задачи 15% участников не решили ни одной задачи, то  $\frac{5}{3} \cdot 15\% = 25\%$  участников решили правильно все задачи. Тогда  $100\% - 15\% - 25\% = 60\%$  участников решили не все задачи. Следовательно, всего участников  $174 : 0,6 = 290$  человек.

**Задача 2 (20 баллов).** Петя нарисовал окружность, отметил 11 точек на окружности и соединил каждую точку со всеми остальными точками отрезками. Сколько всего отрезков нарисовал Петя?

**Ответ:** 55.

**Решение.** Общее количество отрезков выходящих из каждой точки равно  $10 \cdot 11 = 110$ , но каждый из отрезков посчитан два раза. Тогда Петя нарисовал  $110 : 2 = 55$  отрезков.

**Задача 3 (20 баллов).** Известно, что на некоторой планете ускорение свободного падения на 75% меньше, чем на Земле. На сколько процентов должна отличаться масса тела, находящегося на этой планете, от массы тела, находящегося на Земле, для того, чтобы их силы тяжести были одинаковыми?

**Ответ:** на 300 %.

**Решение.** Ускорение свободного падения на планете:  $g = 0,25g_{\text{земли}}$ . Следовательно, масса тела  $m = \frac{F}{g} = \frac{F}{0,25g_{\text{земли}}} = 4g_{\text{земли}}$ . То есть масса тела, находящегося на планете, больше массы тела, находящегося на Земле на 300 %.

**Задача 4 (20 баллов).** Расстояние  $L=90$  км автомобиль проехал за время  $T=2$  часа. Его скорость на первом, хорошем участке пути была на 10 км/ч больше средней скорости, а на втором, плохом участке, на 10 км/ч меньше средней скорости. Какова длина хорошего участка пути? Ответ запишите в километрах.

**Ответ:** 55 км.

**Решение.** Средняя скорость  $V_{\text{ср}} = L/T = 90/2 = 45$  км/ч. С другой стороны:

$$V_{\text{ср}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{90}{\frac{S_1}{55} + \frac{90 - S_1}{35}}$$

В результате, получаем  $S_1 = 55$  км.

## ПРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### Направление «Авиационная и ракетно-космическая техника»

**Задача 5 (20 баллов).** Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) летит до первой цели со скоростью 60 км/ч. До второй цели со скоростью 30 км/ч. Определите среднюю скорость БПЛА, если путь до целей одинаковый?

**Решение:**

$$V = s / t ,$$

где  $S$  – весь путь,  $t$  – все время движения.

Пусть  $t_1$  – время прохождения до первой цели,  $t_2$  – время прохождения до второй цели. Тогда, так как путь одинаков:

$$t_1 = \frac{S}{60} = S / 60$$

$$t_2 = \frac{S}{30} = S / 30$$

Средняя скорость:

$$V = \frac{S}{(S / 60 + S / 30)} = 40 \text{ км / ч.}$$

**Ответ:** 40 км/ч

### Направление «Биотехнологии»

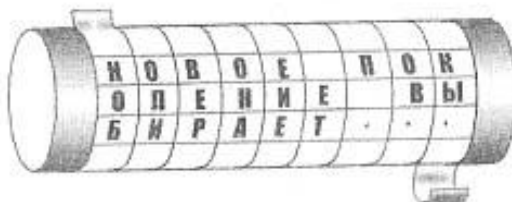
**Задача 5 (20 баллов).** Соотнесите вид микроорганизма с его цветом при окрашивании по Граму

- |                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| 1) Грамположительные | А) <i>Salmonella</i>              |
| 2) Грамотрицательные | Б) <i>Escherichia coli</i>        |
|                      | В) <i>Staphylococcus aureus</i>   |
|                      | Г) <i>Bifidobacterium bifidum</i> |

**Ответ:** 1ВГ, 2АБ

### Направление «Информационная безопасность»

**Задача.** Для шифрования сообщений Катя и Антон использовали шифр скиталы: на круглую палочку виток к витку без просветов и нахлёстов наматывалась лента. При горизонтальном положении палочки на ленту по всей длине стержня построчно записывался текст сообщения без знаков препинания и пробелов (см. рисунок).





После этого лента с записанным на ней текстом послалась адресату. Антон передал Кате ленту, на которой было написано вот что:

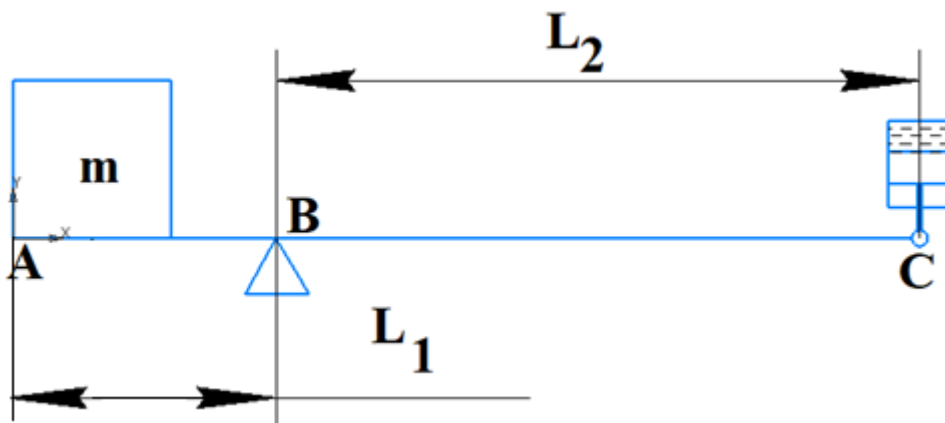
з е т ь з а г н а о д о л л д о з н я в л ю б ю н о р и в н у я у д о л е т ы т т к е а г ь д г  
е о о й у а ч а р б о г р ч б м т т о я о я ь н о о ь б н я ч т я л е б т а

К сожалению, Катя свою палочку потеряла, но она видит, что лента исписана полностью, и знает, что при намотке ленты было сделано целое число оборотов. Помогите ей восстановить сообщение.

**Ответ:** зову тебя не для того,  
Чтоб укорять людей, чья злоба  
Убила друга моего,  
Иль чтоб изведать тайны гроба

### Направление «Машиностроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Рука промышленного робота состоит из двух плеч АВ и ВС. Подъем груза массой  $m$  осуществляется за счет пневмоцилиндра, шток которого шарнирно соединенный с плечом ВС выдвигается вниз. Определить максимальную массу груза, которую сможет поднять данная рука, если известно, что диаметр поршня  $D=45$  мм, давление воздуха в бесштоковой полости пневмоцилиндра  $p=0,4$  МПа, длины плеч рычагов  $L_1=10$  см и  $L_2=50$  см соответственно (принять  $g=10$  м/с<sup>2</sup>).



**Решение:**

Правило моментов для рычага имеет вид:  $F_1L_1=F_2L_2$ .

Усилие на штоке равно  $F_2=(\pi \cdot D^2/4) \cdot p=(3,14 \cdot 0,045^2/4) \cdot 400000=635,85$  Н.

Усилие на левом плече будет равно  $F_1 = F_2L_2/L_1=635,85 \cdot 0,5/0,1=3179,25$  Н.

Искомая масса груза  $m=F_1/g=3179,25/10 \approx 318$  кг.

**Ответ: 318 кг.**

## Направление «Техника и технологии наземного транспорта»

**Пояснение к задаче.** «Сердцем» любого автомобиля является его силовая установка. В настоящее время автомобили, как правило, оснащаются либо двигателями внутреннего сгорания (ДВС), либо электромоторами.

Из теории ДВС известно, что степень сжатия двигателя – это отношение полного объема цилиндра (надпоршневое пространство цилиндра двигателя при положении поршня в нижней мертвой точке, НМТ) к объему камеры сгорания цилиндра.

Полный объем цилиндра, в свою очередь, можно определить как сумму рабочего объема цилиндра и объема его камеры сгорания.

Рабочий объем цилиндра определяется как произведение площади сечения цилиндра на длину хода поршня (расстояние от нижней мертвой точки (НМТ) до верхней мертвой точки (ВМТ)).

Рабочий объем двигателя внутреннего сгорания равен сумме рабочих объемов всех его цилиндров.

**Задача 5 (20 баллов).** На отечественный автомобиль «Лада Калина» устанавливается 4-цилиндровый бензиновый двигатель. Этот силовой агрегат имеет следующие технические характеристики:

– ход поршня:  $h_{\text{п}} = 75,6$  мм;

– диаметр цилиндра:  $D_{\text{ц}} = 82,0$  мм.

Найдите рабочий объем двигателя автомобиля «Лада Калина».

**Решение:**

1. Используя пояснения к задачам, составим уравнение для величины рабочего объема двигателя автомобиля «Лада Калина»:

$$V_{\text{рд}} = n \cdot V_{\text{рц}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{рд}}$  – рабочий объем двигателя автомобиля «Лада Калина» ( $\text{см}^3$ );  $n$  – число цилиндров двигателя автомобиля «Лада Калина»;  $V_{\text{рц}}$  – рабочий объем одного цилиндра двигателя автомобиля «Лада Калина» ( $\text{см}^3$ ).

2. Используя пояснения к задаче, найдем величину рабочего объема цилиндра двигателя автомобиля «Лада Калина»:

$$V_{\text{рц}} = S_{\text{ц}} \cdot h_{\text{п}} = \frac{\pi D_{\text{ц}}^2}{4} h_{\text{п}}, \quad (2)$$

где  $V_{\text{рц}}$  – рабочий объем цилиндра двигателя,  $\text{см}^3$ ;  $S_{\text{ц}}$  – площадь сечения цилиндра,  $\text{см}^2$ ;  $h_{\text{п}}$  – ход поршня, см;  $D_{\text{ц}}$  – диаметр цилиндра, см;  $\pi = 3,14$ .

3. Подставим в выражение (2) значения входящих в него величин и найдем величину рабочего объема цилиндра двигателя  $V_{\text{рц}}$ :

$$V_{\text{рц}} = \frac{3,14 \cdot 8,2^2}{4} 7,56 = 399 \text{ см}^3. \quad (3)$$

4. Подставим полученное численное значение  $V_{\text{рц}}$  из выражения (3) в выражение (1) и найдем величину рабочего объема двигателя автомобиля «Лада Калина»:

$$V_{\text{рд}} = 4 \cdot 399 = 1596 \text{ см}^3. \quad (4)$$

**Ответ:** величина рабочего объема двигателя автомобиля «Лада Калина»  $1596 \text{ см}^3$ .

### Направление «Приборостроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Для того чтобы изготовить катушку индуктивности, взяли медную проволоку диаметром  $d = 2,5 \text{ мм}$  и длиной  $l = 6,28 \text{ м}$ . Её начали наматывать на фарфоровый цилиндр радиусом  $a = 0,5 \text{ см}$ . Витки наматываются вплотную друг к другу. Определите длину, получающейся катушки.

**Решение:**

Количество витков на катушке:

$$N = \frac{l}{2\pi a} = \frac{628}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5} = 200.$$

Следовательно, длина катушки:

$$s = N \cdot d = 500 \text{ мм}.$$

**Ответ:** 500 мм.

### Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

**Задача 5 (20 баллов).** ОК-650 – серия водо-водяных ядерных реакторов на тепловых нейтронах, размещаемых на подводных лодках. В качестве ядерного топлива используется высокообогащённая по 235-му изотопу двуокись урана. Тепловая мощность – до 190 МВт. Оцените, сколько дизельного топлива нужно использовать за час, чтобы выработать то же самое количество тепла? Удельная теплота сгорания дизельного топлива  $43 \text{ МДж/кг}$ . Потерями тепла пренебречь.

**Решение.**

Количество тепла, выделяемое реактором за час  $Q=P \cdot t$ .

Количество теплоты, выделяемое при сгорании дизельного топлива  $Q=q \cdot m$ .

Приравняв обе части, получим

$$P \cdot t = q \cdot m$$

$$m = P \cdot t / q$$

Получаем приблизительно **15907 кг**.

**Ответ:** 15907 кг

## Направление «Технологии материалов»

**Задача.** Водопоглощение – способность материала или изделия впитывать и удерживать в порах и капиллярах воду. Понятие водопоглощение широко используется при анализе качества строительных материалов. Известняк является популярным в строительстве материалом. При длительном нахождении на воздухе данный материал способен улавливать воду из воздуха. Определить гигроскопичность в % известняка, который в сухом состоянии весил 47 г, а после длительного нахождения на воздухе со 100 % влажностью – 49 г.

**Решение:**

$$W_o = \frac{m_{вл} - m_{суу}}{V}$$

Воспользуемся формулой

$$W = (49-47)/47*100\% = 4,25\%$$

**Ответ:** 4,25%

## Направление «Химические технологии»

**Задача 5 (20 баллов).** Одним из показателей эффективности химико-технологического процесса является степень превращения реагента (конверсия)  $x_J$ , где индекс J обозначает компонент, для которого указывается степень превращения. Степенью превращения называют долю превращённого реагента от исходного его количества. Например, степень превращения реагента А, участвующего в реакции вида  $aA + bB = rR + sS$  (заглавные буквы обозначают формулы веществ, прописные буквы обозначают стехиометрические коэффициенты), выражают следующим уравнением:

$$x_A = \frac{c_{A,0} - c_A}{c_{A,0}} = \frac{|\Delta c_A|}{c_{A,0}},$$

где  $c_{A,0}$  исходная концентрация реагента А,  $c_A$  текущая концентрация А в химическом реакторе.

Как соотносятся между собой степени превращения реагентов А и В, для реакции вида  $A+2B \rightarrow$  продукты, если исходная концентрация реагента А в два раза больше, чем исходная концентрация вещества В?

**Решение**

В соответствии с законом эквивалентов справедливо равенство

$$\frac{|\Delta c_A|}{a} = \frac{|\Delta c_B|}{b}, \quad (1)$$

где а и b – соответствующие стехиометрические коэффициенты в уравнении реакции.

С учетом конкретных значений стехиометрических коэффициентов в заданном уравнении уравнение (1) запишем как

$$\frac{|\Delta c_A|}{1} = \frac{|\Delta c_B|}{2}. \quad (2)$$

С другой стороны количество реагентов, пошедших на реакцию -  $|\Delta c_A|$  и  $|\Delta c_B|$ , можно выразить через степени превращения реагентов А и В, исходя из определения этих величин:

$$|\Delta c_A| = x_A \cdot c_{A,0}; \quad |\Delta c_B| = x_B \cdot c_{B,0}. \quad (3)$$

Подставляя уравнения (2) в уравнение (1), и учитывая, что по условию задачи  $c_{A,0} = 2c_{B,0}$ , получим

$$\frac{x_A \cdot 2c_{B,0}}{1} = \frac{x_B \cdot c_{B,0}}{2} \quad (4)$$

Переписывая уравнение (3) так, что в левой части будет стоять отношение степени превращения А к степени превращения В, и сокращая величину  $c_{B,0}$ , получим

$$\frac{x_A}{x_B} = \frac{1}{4} = 0,25.$$

**Ответ:** отношение степени превращения А к степени превращения В равно 0,25.