



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

7-8 классы

Отборочный этап  
Вариант 1

2022-2023

## 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?

**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?

**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?

**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?

## 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?

### Направление «Биотехнологии»

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

- 1) шаровидные
- 2) палочковидные
- 3) извитые

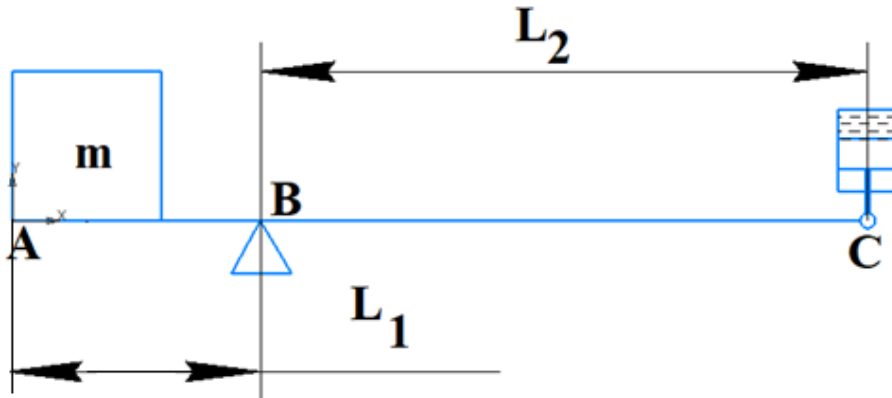
- А) *Treponema pallidum*
- Б) *Lactobacillus acidophilus*
- В) *Lactococcus lactis*

### 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»).

### 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>).



### 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  $\varepsilon$ .

### 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.

### Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

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

### 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 (в граммах) после насыщения его водой если известно, что водопоглощение по объему равно  $29$  %, а средняя плотность мела –  $1,2$  г/см<sup>3</sup>.

### Направление «Химические технологии»

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  $A$ , 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?



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

7-8 классы

Отборочный этап  
Вариант 2

2022-2023

## 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?

**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?

**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?

**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.

## 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?

### Направление «Биотехнологии»

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

1) Грамположительные

А) *Salmonella*

2) Грамотрицательные

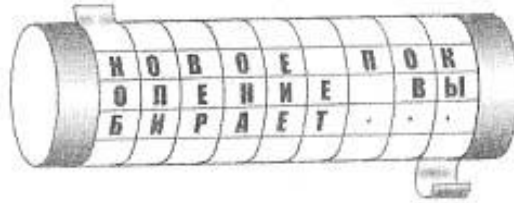
Б) *Escherichia coli*

В) *Staphylococcus aureus*

Г) *Bifidobacterium bifidum*

## Направление «Информационная безопасность»

**Задача 5 (20 баллов).** Для шифрования сообщений Катя и Антон использовали шифр скиталы: на круглую палочку виток к витку без просветов и нахлестов наматывалась лента. При горизонтальном положении палочки на ленту по всей длине стержня построчно записывался текст сообщения без знаков препинания и пробелов (см. рисунок).



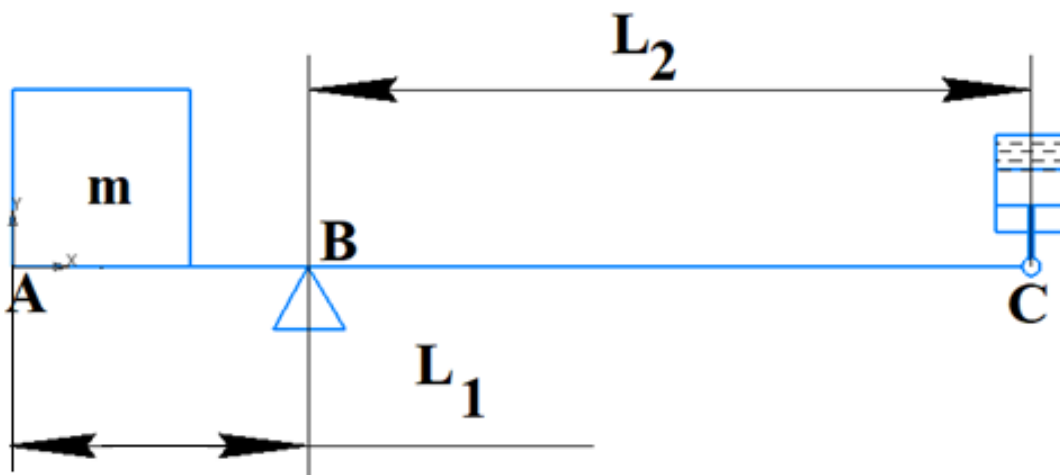
После этого лента с записанным на ней текстом посылалась адресату. Антон передал Кате ленту, на которой было написано вот что:

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

## 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>).



## 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».

## Направление «Приборостроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Для того чтобы изготовить катушку индуктивности, взяли медную проволоку диаметром  $d = 2,5$  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.

## 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 МДж/кг. Потерями тепла пренебречь.

### 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. 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.

### Направление «Химические технологии»

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  $A + 2B \rightarrow \text{продукты}$ , если исходная концентрация реагента А в два раза больше, чем исходная концентрация вещества В?





### БАЗОВАЯ ЧАСТЬ

**Задача 1** (20 баллов). Найдите наименьшее целое значение параметра  $a$ , при котором графики функций  $f(x) = \frac{1}{x}$  и  $g(x) = ax + 5$  пересекаются в двух различных точках.

**Задача 2** (20 баллов). В равнобедренную трапецию с длинами оснований 8 и 18 см вписана окружность. Найдите её радиус (в см).

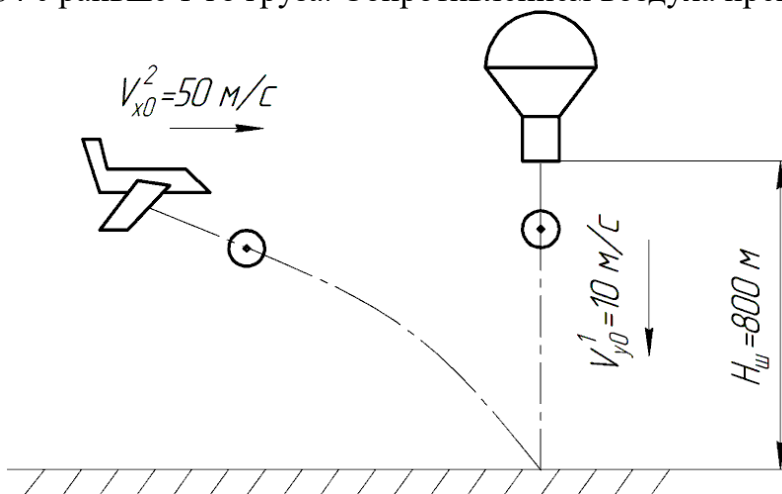
**Задача 3** (20 баллов). На систему из двух взаимно перпендикулярных зеркал падает тонкий луч света. Угол падения на первое зеркало –  $50^\circ$ . На сколько градусов необходимо повернуть второе зеркало, чтобы угол падения луча на него был равен  $70^\circ$ ?

**Задача 4** (20 баллов). Зависимость скорости автомобиля от пройденного пути при равноускоренном прямолинейном движении определяется выражением  $v = \sqrt{s + 16}$ . Определите его ускорение и начальную скорость. Все данные в единицах СИ.

### ПРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ

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

**Задача 5** (20 баллов). С воздушного шара, находящегося на высоте  $H_{ш} = 800$  м, сбрасывается груз с начальной вертикальной скоростью  $v_y = 10$  м/с, направленной вниз. Одновременно с горизонтально летящего с постоянной скоростью  $v_x = 50$  м/с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) отсоединяется второй груз и совершает свободное падение без начальной вертикальной скорости. Определить на каком расстоянии до точки падения 2-го груза должно быть произведено его отсоединение от БПЛА, чтобы точка падения совпала с точкой падения 1-го груза, и он упал на 0,64 с раньше 1-го груза. Сопротивлением воздуха пренебречь.



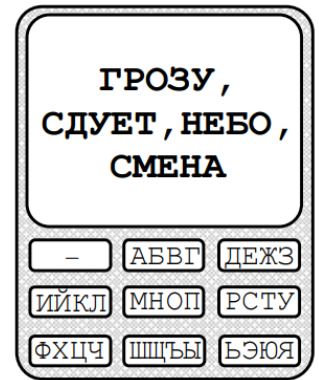
#### Направление «Биотехнологии»

**Задача 5** (20 баллов). Соотнесите вид/род микроорганизма-продуцента с продуктом микробиологического производства.

1) <i>Streptomyces spp.</i>	А) белок
2) <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Б) органические кислоты
3) <i>Lactobacillus spp.</i>	В) антибиотики

### Направление «Информационная безопасность»

**Задача 5 (20 баллов).** Для шифрования SMS-сообщений использовался следующий способ. Первоначально каждый пробел в исходном сообщении заменялся некоторым трёхбуквенным словом. Затем полученная цепочка букв набиралась на клавиатуре с использованием интеллектуального ввода (по типу T9). При этом при вводе каждой буквы осуществлялось лишь однократное нажатие соответствующей клавиши (см. рисунок), а программа интеллектуального ввода выбирала слово из словаря по следующему принципу: 1-я буква слова выбиралась с 1-й нажатой клавиши, 2-я – со второй и т.д. Полученные таким образом осмысленные слова разделялись запятыми и передавались. Найдите исходное сообщение, соответствующее написанному на экране (см. рисунок).



### Направление «Машиностроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Рука робота равномерно поднимает с пола деталь массой 60 кг на высоту 50 см за 4 секунды. Определить мощность двигателя робота, потерями на трение пренебречь. Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

### Направление «Приборостроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Для контроля электрической проводки в квартире используются специальные защитные устройства, отключающие электроэнергию при перегрузки сети. Номиналы автоматических выключателей определяются током нагрузки. Для квартир чаще всего применяются автоматические выключатели на 8 А, 10 А, 16 А, 20 А, 25 А. Для группы розеток, предназначенных для питания бытовых электроприборов на кухне, необходимо подобрать защитный автоматический выключатель. Мощности приборов по паспортным данным составляют 2,0, 1,5 и 0,6 кВт. В квартире используется однофазная сеть переменного тока напряжением 220 вольт. Определите требуемый номинал автоматического выключателя.

### Направление «Техника и технологии наземного транспорта»

#### **Пояснение к задаче**

Из теории автомобиля известно:

1. Сила дорожного сопротивления, которую преодолевает автомобиль при движении, определяется по формуле:

$$P_{\varphi} = P_f + P_{\alpha}, \quad (1)$$

где  $P_{\varphi}$  – сила дорожного сопротивления;  $P_f$  – сила сопротивления качению,  $P_{\alpha}$  – сила сопротивления подъему.

При этом:

$$P_f = G_A f \cos \alpha, \quad (2)$$

где  $G_A$  – вес автомобиля;  $f$  – коэффициент сопротивления качению, зависит от типа и состояния дороги, в общем случае берется из специальных таблиц (фрагмент представлен в таблице 1);  $\alpha$  – угол подъема дороги.

$$P_{\alpha} = \pm G_A \sin \alpha, \quad (3)$$

Знак «+» берется в том случае, когда автомобиль движется на подъем, знак «-» – при движении автомобиля на спуске.

2. Сила сопротивления воздуха определяется из выражения:

$$P_w = k \cdot F_A \cdot V_A^2, \quad (4)$$

где  $P_w$  – сила сопротивления воздуха;  $k$  – коэффициент обтекаемости автомобиля, берется из специальных таблиц;  $F_A$  – площадь поперечного сечения автомобиля;  $V_A$  – скорость движения автомобиля.

3. Условия движения автомобиля:

– равномерное движение  $P_A = P_{\varphi} + P_w$ ;

– движение с ускорением  $P_A > P_{\varphi} + P_w$ ;

– движение с замедлением (без буксования)  $P_A < P_{\varphi} + P_w$ ,

где  $P_A$  – сила тяги на колесах автомобиля.

Таблица 1

Средние значения коэффициента сопротивления качению

№ п/п	Виды покрытия дороги	Коэффициент, f
1	Асфальт	0,015
2	Мокрая грунтовая дорога	0,1
3	Сыпучий песок	0,2
4	Хорошо укатанный снег	0,029
5	Лед ровный	0,025

**Задача 5 (20 баллов).** Грузовой автомобиль массой 15000 кг движется по горизонтальной асфальтированной дороге, находящейся в отличном состоянии. Известно, что сила тяги на ведущих колесах автомобиля равна 3000 Н. Определите, как движется автомобиль (равномерно, с ускорением или с замедлением). Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

**Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»**

**Задача 5 (20 баллов).** Подводная лодка, представляющая собой цилиндр диаметром  $d=10$  м, длиной  $L=60$  м, идет в подводном положении в воде с удельным весом  $\gamma_1=1,025$  т/м<sup>3</sup>. Определить, всплывет или погрузится лодка при расходовании 117,75 т запасов и одновременном переходе в пресную воду с удельным весом  $\gamma_2=1,00$  т/м<sup>3</sup>.

**Направление «Технологии материалов»**

**Задача 5 (20 баллов).** Конструкционные материалы — материалы, из которых изготавливаются различные конструкции, воспринимающие силовую нагрузку. Перед вами два строительных материала: бетон и древесина хвойных пород. Какой из материалов будет обладать более высокими конструктивными свойствами? Необходимо определить относительную плотность материала и коэффициент конструктивного качества. Предел прочности у бетона равен 44 МПа, средняя плотность 2300 кг/м<sup>3</sup>. У древесины – соответственно 49 МПа и 0,47 г/см<sup>3</sup>. Плотность воды  $\rho=1000$  кг/м<sup>3</sup>.

**Направление «Химические технологии»**

В химическом реакторе в изотермических условиях протекает химический процесс, включающий две параллельные реакции вида



который характеризуется следующими значениями констант скоростей: для первой реакции  $k_1=10^{-3}c^{-1}$ , для второй реакции  $k_2=10^{-2}c^{-1}$ . Начальное количество реагента А составляет 2 моль/л. Продукты реакции в начальный момент в системе отсутствуют. Определить скорость химической реакции по реагентам А и S в момент времени, когда концентрация продуктов R и S составила 0,005 и 0,05 моль/л, соответственно.



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

9-10 классы

Отборочный этап  
Вариант 2

2022-2023

## БАЗОВАЯ ЧАСТЬ

**Задача 1** (20 баллов). Найдите наименьшее целое значение параметра  $a$ , при котором графики функций  $f(x) = \frac{2}{x}$  и  $g(x) = ax + 6$  пересекаются в двух различных точках.

**Задача 2** (20 баллов). В равнобедренную трапецию с длинами оснований 2 и 18 см вписана окружность. Найдите её радиус (в см).

**Задача 3** (20 баллов). На систему из двух взаимно перпендикулярных зеркал падает тонкий луч света. Угол падения на первое зеркало –  $30^\circ$ . На сколько градусов необходимо повернуть второе зеркало, чтобы угол падения луча на него был равен  $70^\circ$ ?

**Задача 4** (20 баллов). Зависимость скорости автомобиля от пройденного пути при равноускоренном прямолинейном движении определяется выражением  $v = \sqrt{8s + 9}$ . Определите его ускорение и начальную скорость. Все данные в единицах СИ.

## ПРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ

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

**Задача 5** (20 баллов). Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) летит по прямой горизонтально со скоростью  $v_0 = 720$  км/ч. Чтобы сделать разворот в горизонтальной плоскости, ему необходимо увеличить скорость. Какой будет эта скорость  $v_0$ , и под каким углом  $\alpha$  к вертикали БПЛА должен наклонить плоскость крыльев, чтобы разворот произошел по окружности радиусом  $R = 8$  км. Подъемная сила направлена перпендикулярно плоскости крыльев и пропорциональна квадрату скорости БПЛА (коэффициент пропорциональности в обоих случаях считать одинаковым). Ответ определите в м/с и округлите до целых.

### Направление «Биотехнологии»

**Задача 5** (20 баллов). Соотнесите группу микроорганизма по отношению к температуре роста с температурным диапазоном роста

- |               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| 1) психрофилы | А) от 10 до $45^\circ\text{C}$     |
| 2) мезофилы   | Б) от 40 до $70^\circ\text{C}$     |
| 3) термофилы  | В) от $+10$ до $-20^\circ\text{C}$ |

### Направление «Информационная безопасность»

**Задача 5** (20 баллов). Известно, что в требуем слове существует 5-ть позиций, каждую позицию возможно получить с помощью заданной формулы. Решите данные примеры и сопоставьте полученные значения с индексами букв в алфавите.

Позиция 1 —  $3^3 \log_{27}(14)$

Позиция 2: —  $2 * \cos^2 840' - \tan(45) + 8 * \sin 7 * \sin 420' * \cos 7 \cos 420'$

Позиция 3: —  $(\log_2 4 + 2 * \log_2 2) * \sqrt{16}$

Позиция 4: —  $16^{3/12} - 72^0$

Позиция 5: —  $\sum_{N < 6} x$

### Направление «Машиностроение»

**Задача 5** (20 баллов). Рука робота равномерно поднимает с пола деталь массой 60 кг на высоту 40 см за 2 секунды. Определить мощность двигателя робота, потерями на трение пренебречь. Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

### Направление «Приборостроение»

**Задача 5** (20 баллов). Источник тока, выдающий напряжение  $U$ , обладающий собственным внутренним сопротивлением  $r$ , соединен последовательно с амперметром и сопротивлением. Если взять сопротивление из медной проволоки длиной  $l=100 \text{ м}$  и поперечным сечением  $S=2 \text{ мм}^2$ , то амперметр показывает ток  $I_1=1,43 \text{ А}$ . Если же взять сопротивление из алюминиевой проволоки длиной  $l=57,3 \text{ м}$  и поперечным сечением  $S=1 \text{ мм}^2$ , то амперметр показывает ток  $I_2=1 \text{ А}$ . Сопротивление амперметра  $R_A=0,05 \text{ Ом}$ . Найти напряжение  $U$  источника.

### Направление «Техника и технологии наземного транспорта»

#### Пояснение к задаче

Из теории автомобиля известно:

1. Сила дорожного сопротивления, которую преодолевает автомобиль при движении, определяется по формуле:

$$P_\phi = P_f + P_\alpha, \quad (1)$$

где  $P_\phi$  – сила дорожного сопротивления;  $P_f$  – сила сопротивления качению;  $P_\alpha$  – сила сопротивления подъему.

При этом:

$$P_f = G_A f \cos \alpha, \quad (2)$$

где  $G_A$  – вес автомобиля;  $f$  – коэффициент сопротивления качению, зависит от типа и состояния дороги, в общем случае берется из специальных таблиц (фрагмент представлен в таблице 1);  $\alpha$  – угол подъема дороги.

$$P_\alpha = \pm G_A \sin \alpha, \quad (3)$$

Знак «+» берется в том случае, когда автомобиль движется на подъем, знак «-» – при движении автомобиля на спуске.

2. Сила сопротивления воздуха определяется из выражения:

$$P_w = k \cdot F_A \cdot V_A^2, \quad (4)$$

где  $P_w$  – сила сопротивления воздуха;  $k$  – коэффициент обтекаемости автомобиля, берется из специальных таблиц;  $F_A$  – площадь поперечного сечения автомобиля;  $V_A$  – скорость движения автомобиля.

3. Условия движения автомобиля:

- равномерное движение  $P_A = P_\phi + P_w$ ;
  - движение с ускорением  $P_A > P_\phi + P_w$ ;
  - движение с замедлением (без буксования)  $P_A < P_\phi + P_w$ ,
- где  $P_A$  – сила тяги на колесах автомобиля.

Таблица 1

Средние значения коэффициента сопротивления качению

№ п/п	Виды покрытия дороги	Коэффициент, $f$
1	Асфальт	0,015
2	Мокрая грунтовая дорога	0,1
3	Сыпучий песок	0,2
4	Хорошо укатанный снег	0,029
5	Лед ровный	0,025

**Задача 5 (20 баллов).** Определить тип покрытия горизонтальной дороги, по которой равномерно движется грузовой автомобиль массой 10000 кг. Известно, что сила тяги на его ведущих колесах равна 2500 Н. Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

#### Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

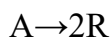
**Задача 5 (20 баллов).** Подводная лодка, представляющая собой цилиндр диаметром  $d=10$  м, длиной  $L=60$  м, идет в подводном положении в воде с удельным весом  $\gamma=1,025$  т/м<sup>3</sup>. Определить, всплывет или погрузится лодка при расходе 118 т запасов и одновременном переходе в пресную воду с удельным весом  $\gamma_2=1,00$  т/м<sup>3</sup>.

#### Направление «Технологии материалов»

**Задача 5 (20 баллов).** Конструкционные материалы – материалы, из которых изготавливаются различные конструкции, воспринимающие силовую нагрузку. Конструкционный пластик имеет предел прочности 50 МПа и среднюю плотность 1,2 г/см<sup>3</sup>. Предел прочности алюминиевого конструкционного материала равен 90 МПа, а средняя плотность 2712 кг/см<sup>3</sup>. Какой из строительных материалов предпочтительнее использовать? Необходимо определить относительную плотность материала и коэффициент конструктивного качества.

#### Направление «Химические технологии»

В химическом реакторе в изотермических условиях протекает химический процесс, включающий две параллельные реакции вида



который характеризуется следующими значениями констант скоростей: для первой реакции  $k_1=0,01$  с<sup>-1</sup>, для второй реакции  $k_2=0,02$  с<sup>-1</sup>. Начальное количество реагента А составляет 5 моль/л. Продукты реакции в начальный момент в системе отсутствуют. Определить скорость химической реакции по реагентам А и S в момент времени, когда концентрация продуктов R и S составила 0,95 и 0,91 моль/л, соответственно.



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

11 класс

Отборочный этап  
Вариант 1

2022-2023

## БАЗОВАЯ ЧАСТЬ

**Задача 1** (20 баллов). Расстояние между посёлками  $A$  и  $B$  равно 15 км. Из  $A$  в  $B$  в 8 ч 30 мин утра со скоростью 4 км/ч отправился господин  $N$ . На следующий день в 10 часов утра он отправился в обратный путь и шёл со скоростью 5 км/ч. Каждый раз господин проходил мимо Дуба, стоящего у дороги, в одно и то же время. Сколько км от посёлка  $A$  до Дуба? Ответ запишите в км.

**Задача 2** (20 баллов). Найдите наименьшее значение функции  $y = \frac{10}{\sqrt{4x+1} + \sqrt{x+2}}$  на отрезке  $[1; 2]$ .

**Задача 3** (20 баллов). Предмет располагается на расстоянии 20 см от тонкой собирающей линзы. После того, как предмет передвинули на 5 см к линзе, оказалось, что расстояние от линзы до изображения осталось прежним. Определите фокусное расстояние линзы в см.

**Задача 4** (20 баллов). Груз на пружине совершает колебания с частотой  $\vartheta = 5$  Гц. Какой станет частота колебаний, если пружину обрезать наполовину?

## ПРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ

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

**Задача 5** (20 баллов). Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) с размахом крыльев  $L=20$  м набирает высоту, поднимаясь с постоянной скоростью  $V_0=250$  м/с, направленной под углом  $\alpha=30^\circ$  к горизонту. Магнитное поле Земли в области, в которой движется БПЛА, можно считать однородным. Вектор магнитной индукции поля по модулю равен  $B=0,2 \cdot 10^{-4}$  Тл, направлен практически горизонтально, причем векторы  $\vec{B}$  и  $\vec{V}$  лежат в одной вертикальной плоскости. Чему равна разность потенциалов между концами крыльев БПЛА?

### Направление «Биотехнологии»

**Задача 5** (20 баллов). Сопоставьте химическую реакцию с видом микроорганизма, вызывающего характерный вид брожения. Ответ представьте в виде: 1Г,2А...

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH(OH)COOH + Q$                       | А) <i>Bacterium aceti</i>          |
| 2) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 + Q$                   | Б) <i>Clostridium pasteurianum</i> |
| 3) $CH_3CH_2OH + O_2 = CH_3COOH + H_2O + Q$                             | В) <i>Lactobacillus bulgaricus</i> |
| 4) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_3H_7COOH + 2H_2\uparrow + 2CO_2\uparrow$ | Г) <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |

## Направление «Информационная безопасность»

**Задача 5 (20 баллов).** Говорилось, что в древней Спарте использовался способ шифрования, построенный на геометрии. Шифрование производится следующим образом:

1. Вводится сообщение для шифрования
2. Высчитывается его длина  $k$
3. Вводится “ключ”  $m$  – количество строк матрицы Скитала
4. Высчитывается количество столбцов  $n = \left\lfloor \frac{k-1}{m} \right\rfloor + 1$ , где  $\lfloor \dots \rfloor$  - операция взятия целой части от числа
5. Определяется новое положение буквы сообщения, как  $j = m \times (i \bmod n) + \left\lfloor \frac{i}{n} \right\rfloor$ , где  $i$  – текущее положение буквы в исходном сообщении.

Вам дан шифротекст, параметры формулы шифрования. Найдите исходный текст.

Шифротекст: ШРУТЗМ ОИ Д ЛАМЙФБЕВОНН

$m = 3$

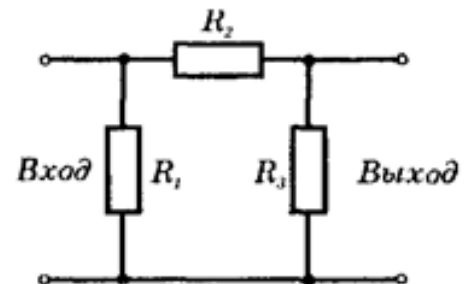
$n = 8$

## Направление «Машиностроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Лазерный луч станка для лазерной резки металла мощностью  $W=200$  Вт полностью отражается от неподвижного кусочка фольги массой  $m=0,01$  г. Определить скорость, которую приобретет фольга, если длительность лазерного импульса составляет  $t=0,3$  с.

## Направление «Приборостроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Если на вход электрической цепи подано напряжение  $U_1 = 100$  В, то напряжение на выходе  $U_3 = 40$  В. При этом через резистор  $R_2$  идет ток 1 А. Если на выход цепи подать напряжение  $U'_3 = 60$  В, то напряжение на входе будет  $U'_1 = 15$  В. Определить сопротивления  $R_1, R_2, R_3$



## Направление «Техника и технологии наземного транспорта»

### Пояснение к задаче

Из теории автомобиля известно:

1. Сила дорожного сопротивления, которую преодолевает автомобиль при движении, определяется по формуле:

$$P_{\phi} = P_f + P_{\alpha}, \quad (1)$$

где  $P_{\phi}$  – сила дорожного сопротивления, Н;  $P_f$  – сила сопротивления качению, Н;  $P_{\alpha}$  – сила сопротивления подъему, Н.

При этом:

$$P_f = G_A f \cos \alpha, \quad (2)$$



где  $G_A$  – вес автомобиля, Н;  $f$  – коэффициент сопротивления качению, зависит от типа и состояния дороги, в общем случае берется из специальных таблиц (фрагмент представлен в таблице 1);  $\alpha$  – угол подъема дороги.

$$P_\alpha = \pm G_A \sin \alpha, \quad (3)$$

Знак «+» берется в том случае, когда автомобиль движется на подъем, знак «-» – при движении автомобиля на спуске.

2. Сила сопротивления воздуха определяется из выражения:

$$P_w = k \cdot F_A \cdot V_A^2, \quad (4)$$

где  $P_w$  – сила сопротивления воздуха, Н;  $k$  – коэффициент обтекаемости автомобиля,  $\frac{Н \cdot с^2}{м^4}$ , берется из специальных таблиц;  $F_A$  – площадь поперечного сечения автомобиля, м<sup>2</sup>;  $V_A$  – скорость движения автомобиля, м/с.

3. Условия движения автомобиля:

– равномерное движение  $P_A = P_\phi + P_w$ ;

– движение с ускорением  $P_A > P_\phi + P_w$ ;

– движение с замедлением (без буксования)  $P_A < P_\phi + P_w$ ,

где  $P_A$  – сила тяги на колесах автомобиля, Н.

Таблица 1

Средние значения коэффициента сопротивления качению

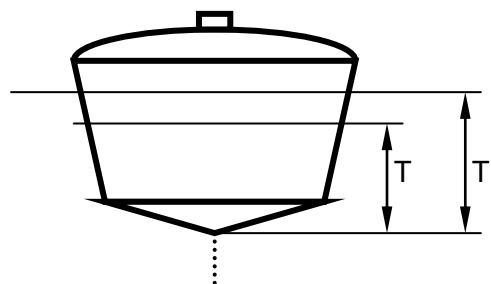
№ п/п	Виды покрытия дороги	Коэффициент, $f$
1	Асфальтовая дорога в отличном состоянии	0,015
2	Гравийная дорога в хорошем состоянии	0,022
3	Грунтовая дорога в хорошем состоянии	0,023
4	Мокрая грунтовая дорога	0,1
5	Сыпучий песок	0,2
6	Хорошо укатанный снег	0,029

**Задача 5 (20 баллов).** Грузенный грузовой автомобиль массой 10 000 кг движется по асфальтированной дороге на подъем (с углом наклона 8 градусов).

Определите, какая сила тяги должна быть на колесах автомобиля, чтобы его движение было равномерным. Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

### Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

**Задача 5 (20 баллов).** С затонувшего корабля выпущен сигнальный буй, плавающий с осадкой  $T_1$ . Если бы буй плавал без соединительного троса, то его осадка  $T$  была бы на 10 см меньше. Определить, на какой глубине затонул корабль, если средний диаметр буя в пределах осадок  $T$  и  $T_1$  равен  $d = 1,0$  м, удельный вес воды  $\gamma = 1,02$  т/м<sup>3</sup>, а вес одного погонного метра соединительного троса составляет 0,8 кг.



С затонувшего корабля выпущен сигнальный буй, плавающий с осадкой  $T_1$ . Если бы буй плавал без соединительного троса, то его осадка  $T$  была бы на 10 см меньше.

Определить, на какой глубине затонул корабль, если средний диаметр, буя в пределах осадок T и T1 равен  $d = 1,0$  м, удельный вес воды  $\gamma = 1,02$  т/м<sup>3</sup>, а вес одного погонного метра соединительного троса составляет 0,8 кг.

### Направление «Технологии материалов»

**Задача 5 (20 баллов).** Пределом прочности при сжатии материала называют напряжение, соответствующее сжимающей нагрузке, при которой происходит разрушение материала. Для испытания образцов материала на сжатие применяют гидравлические прессы. Во время испытательных работ строительный материал подвергся сжатию. Манометр прессы составил 11 МПа. Площадь поперечного сечения поршня прессы равна 600 см<sup>2</sup>. Рассчитайте значение предела прочности, если известно, что строительный материал имел форму куба с ребром 200мм. Определите материал по пределу прочности при сжатии используя таблицу.

Материал	Предел прочности при сжатии, кгс/см <sup>2</sup>
Низкоуглеродистая сталь	3000
Бетон М150	130-165
Сосна	300-650

### Направление «Химические технологии»

Математическая модель изотермического реактора с мешалкой (реактора идеального смешения), работающего в проточном режиме, имеет вид

$$\frac{V}{v} = \bar{\tau} = \frac{C_{J,0} - C_{J,f}}{w_{r,J}}$$

где  $V$  - объем реактора идеального смешения, м<sup>3</sup>;  $v$  - объёмный расход реакционной смеси, проходящей через проточный реактор, м<sup>3</sup>/с;  $\bar{\tau}$  - среднее время пребывания элементарного объёма (порции) реакционной смеси в пределах реактора;  $c_{J,0}$  - концентрация реагента J на входе в реактор;  $c_{J,f}$  - концентрация реагента J на выходе из реактора;  $w_{r,J}$  - скорость реакции по компоненту J в зависимости от текущей концентрации компонента J.

Для простой реакции вида  $2A \rightarrow R$  определить необходимый объём реактора идеального смешения для превращения реагента на 80%, если начальная концентрация реагента A составляет 2кмоль/м<sup>3</sup>, константа скорости химической реакции равна 0,05 м<sup>3</sup>/(кмоль·с), объёмный расход реакционной смеси составляет 60 л/мин.



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

11 класс

Отборочный этап

2022-2023

Вариант 2

**БАЗОВАЯ ЧАСТЬ**

**Задача 1** (20 баллов). Расстояние между посёлками  $A$  и  $B$  равно 16 км. Из  $A$  в  $B$  в 9 ч утра со скоростью 5 км/ч отправился господин  $N$ . На следующий день в 10 часов утра он отправился в обратный путь и шёл со скоростью 6 км/ч. Каждый раз господин проходил мимо Дуба, стоящего у дороги, в одно и то же время. Сколько км от посёлка  $B$  до Дуба? Ответ запишите в км.

**Задача 2** (20 баллов). Найдите наименьшее значение функции  $y = \frac{20}{\sqrt{2x+3} + \sqrt{x+1}}$  на отрезке  $[1; 3]$ .

**Задача 3** (20 баллов). Предмет располагается на расстоянии 40 см от тонкой собирающей линзы. После того, как предмет передвинули на 15 см к линзе, оказалось, что расстояние от линзы до изображения осталось прежним. Определите фокусное расстояние линзы.

**Задача 4** (20 баллов). Груз на пружине совершает колебания с частотой  $\nu = 15$  Гц. Какой станет частота колебаний, если исходную пружину обрезать, оставив только одну четверть?

## **ПРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

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

**Задача 5** (20 баллов). Принимая, что атмосфера на Луне отсутствует, определите скорость падения ракеты на ее поверхность с высоты  $h = 200$  км. Скорость ракеты по отношению к Луне равна нулю.

### Направление «Биотехнологии»

**Задача 5** (20 баллов). Сопоставьте тип брожения с протекающей при этом химической реакцией.

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| 1) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH(OH)COOH + 52 \text{ ккал}$         | а) Спиртовое брожение     |
| 2) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 + 56 \text{ ккал}$     | б) Маслянокислое брожение |
| 3) $CH_3CH_2OH + O_2 = CH_3COOH + H_2O + Q$                             | в) Молочнокислое брожение |
| 4) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_3H_7COOH + 2H_2\uparrow + 2CO_2\uparrow$ | г) Уксуснокислое брожение |

### Направление «Информационная безопасность»

**Задача 5** (20 баллов). Исходное сообщение было зашифровано и отправлена как таблица, но удалось найти записи с описанием формулы шифрования, для удобства чтения, на места пробелов были добавлены символы (\*), найдите исходный текст.

Правило:  $X \rightarrow X + 3$

22	9	15	21	9
23	*	5	24	8
9	23	*	18	4
14	8	9	18	*

## Направление «Машиностроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Лазерный луч станка для лазерной резки металла мощностью  $W=300$  Вт полностью отражается от неподвижного кусочка фольги массой  $m=0,05$  г. Определить скорость, которую приобретет фольга, если длительность лазерного импульса составляет  $t=0,2$  с.

## Направление «Приборостроение»

**Задача 5 (20 баллов).** Два источника тока с ЭДС, равными 6 и 4 В, соединены последовательно. Внутренние сопротивления элементов соответственно 1 и 0,5 Ом. Источники тока подключены к пяти параллельно соединенным электролампам с внутренним сопротивлением по 20 Ом каждая. Сопротивление подводящих проводов 2,5 Ом. Чему равны сила тока в каждой электролампе и КПД батареи элементов?

## Направление «Техника и технологии наземного транспорта»

### Пояснение к задаче

Из теории автомобиля известно:

1. Сила дорожного сопротивления, которую преодолевает автомобиль при движении, определяется по формуле:

$$P_{\varphi} = P_f + P_{\alpha}, \quad (1)$$

где  $P_{\varphi}$  – сила дорожного сопротивления, Н;  $P_f$  – сила сопротивления качению, Н;  $P_{\alpha}$  – сила сопротивления подъему, Н.

При этом:

$$P_f = G_A f \cos \alpha, \quad (2)$$

где  $G_A$  – вес автомобиля, Н;  $f$  – коэффициент сопротивления качению, зависит от типа и состояния дороги, в общем случае берется из специальных таблиц (фрагмент представлен в таблице 1);  $\alpha$  – угол подъема дороги.

$$P_{\alpha} = \pm G_A \sin \alpha, \quad (3)$$

Знак «+» берется в том случае, когда автомобиль движется на подъем, знак «-» – при движении автомобиля на спуске.

2. Сила сопротивления воздуха определяется из выражения:

$$P_w = k \cdot F_A \cdot V_A^2, \quad (4)$$

где  $P_w$  – сила сопротивления воздуха, Н;  $k$  – коэффициент обтекаемости автомобиля,  $\frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}$ , берется из специальных таблиц;  $F_A$  – площадь поперечного сечения автомобиля, м<sup>2</sup>;  $V_A$  – скорость движения автомобиля, м/с.

3. Условия движения автомобиля:

– равномерное движение  $P_A = P_{\varphi} + P_w$ ;

– движение с ускорением  $P_A > P_{\varphi} + P_w$ ;

– движение с замедлением (без буксования)  $P_A < P_{\varphi} + P_w$ ,

где  $P_A$  – сила тяги на колесах автомобиля, Н.

### Средние значения коэффициента сопротивления качению

№ п/п	Виды покрытия дороги	Коэффициент, f
1	Асфальтовая дорога в отличном состоянии	0,015
2	Гравийная дорога в хорошем состоянии	0,022
3	Грунтовая дорога в хорошем состоянии	0,023
4	Мокрая грунтовая дорога	0,1
5	Сыпучий песок	0,2
6	Хорошо укатанный снег	0,029

**Задача 5 (20 баллов).** Грузенный грузовой автомобиль массой 15 000 кг движется равномерно по горизонтальному участку грунтовой дороги в отличном состоянии. Затем, не меняя режима работы двигателя, он выезжает на горизонтальный участок гравийной дороги в хорошем состоянии.

Как будет двигаться автомобиль (равномерно, ускоренно или замедленно) на участке гравийной дороги? Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

### Направление «Технологии кораблестроения и водного транспорта»

**Задача 5 (20 баллов).** На судно принято 10 контейнеров, при этом он не получил ни крена, ни дифферента. Вес одного контейнера 15 т. Осадка судна до приема груза составляла  $T = 4,5$  м, а площадь ватерлинии  $S = 1\,470$  м<sup>2</sup>. Какова новая осадка судна? При решении задачи судно в пределах изменения осадки считать прямостенным. Удельный вес воды  $\gamma = 1,025$  т/м<sup>3</sup>.

### Направление «Технологии материалов»

**Задача 5 (20 баллов).** Пределом прочности при сжатии материала называют напряжение, соответствующее сжимающей нагрузке, при которой происходит разрушение материала. Для испытания образцов материала на сжатие применяют гидравлические прессы. Во время испытательных работ строительный материал подвергся сжатию. Предел прочности строительного материала составил 235 кгс/см<sup>2</sup> при средней плотности 2,3 т/м<sup>3</sup>. Истинную плотность бетона принять равной 2,6 г/см<sup>3</sup>. Какой предел прочности будет иметь тот же материал, имеющий среднюю плотность 1850 кг/м<sup>3</sup>, если учесть, что при снижении плотности материала на каждые 10% прочность его снижается в среднем на 26 кгс/см<sup>2</sup>.

### Направление «Химические технологии»

**Задача 5 (20 баллов).** Математическая модель изотермического реактора с мешалкой (реактора идеального смешения), работающего в проточном режиме, имеет вид

$$\frac{V}{v} = \bar{\tau} = \frac{C_{J,0} - C_{J,f}}{W_{r,J}}$$

где  $V$  - объем реактора идеального смешения, м<sup>3</sup>;  $v$  - объемный расход реакционной смеси, проходящей через проточный реактор, м<sup>3</sup>/с;  $\bar{\tau}$  - среднее время пребывания элементарного объема (бесконечно маленькой порции) реакционной смеси в пределах

реактора;  $c_{J,0}$  – концентрация реагента J на входе в реактор;  $c_{J,f}$  – концентрация реагента J на выходе из реактора;  $w_{r,J}$  – скорость реакции по компоненту J в зависимости от текущей концентрации компонента J.

Для простой реакции вида  $2A \rightarrow R$  определить необходимый объём реактора идеального смешения для превращения реагента на 90 %, если начальная концентрация реагента A составляет  $2 \text{ кмоль/м}^3$ , константа скорости химической реакции равна  $0,1125 \text{ м}^3/(\text{кмоль} \cdot \text{с})$ , объёмный расход реакционной смеси составляет 15 л/мин.