



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. Вычисляется его длина k
3. Вводится “ключ” m – количество строк матрицы Скитала
4. Вычисляется 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

$m = 3$

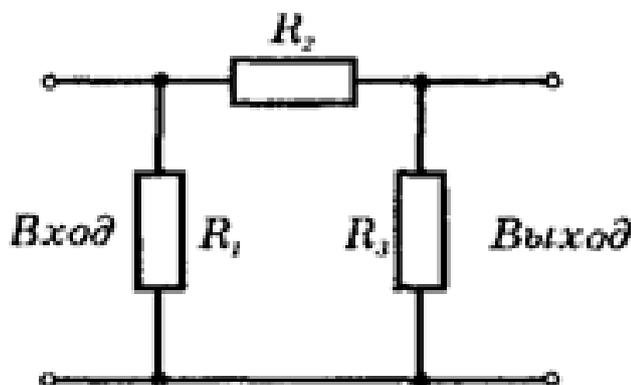
$n = 8$

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:

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

где P_{φ} – сила дорожного сопротивления; P_f – сила сопротивления качению; P_{α} – 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); α – 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, Н.

Таблица 1

Средние значения коэффициента сопротивления качению

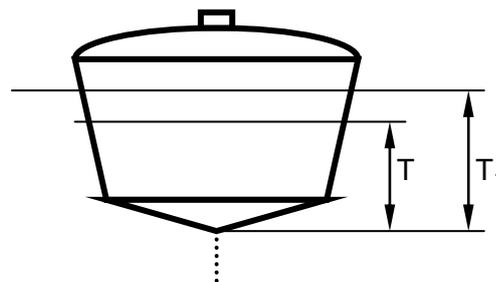
№ п/п	Виды покрытия дороги	Коэффициент, f
1	Асфальтовая дорога в отличном состоянии	0,015
2	Гравийная дорога в хорошем состоянии	0,022
3	Грунтовая дорога в хорошем состоянии	0,023
4	Мокрая грунтовая дорога	0,1
5	Сыпучий песок	0,2
6	Хорошо укатанный снег	0,029

Задача 5 (20 баллов). Грузенный грузовой автомобиль массой 10000 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/м³, 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 см². Рассчитайте значение предела прочности, если известно, что строительный материал имел форму куба с ребром 200 мм. Определите материал по пределу прочности при сжатии используя таблицу.

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

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, м³; v - объёмный расход реакционной смеси, проходящей через проточный реактор, м³/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 2 кмоль/м³, константа скорости химической реакции равна 0,05 м³/(кмоль·с), объёмный расход реакционной смеси составляет 60 л/мин.



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) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH(OH)COOH + 52$ ккал | а) Спиртовое брожение |
| 2) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 + 56$ 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 В и 4 В, соединены последовательно. Внутренние сопротивления элементов соответственно 1 Ом 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_{φ} – сила дорожного сопротивления; P_f – сила сопротивления качению; P_{α} – 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); α – 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	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 $S = 1\,470$ м². Какова новая осадка судна? При решении задачи судно в пределах изменения осадки считать прямостенным. Удельный вес воды $\gamma = 1,025$ т/м³.

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^2 при средней плотности $2,3 \text{ т/м}^3$. Истинную плотность бетона принять равной $2,6 \text{ г/см}^3$. Какой предел прочности будет иметь тот же материал, имеющий среднюю плотность 1850 кг/м^3 , если учесть, что при снижении плотности материала на каждые 10% прочность его снижается в среднем на 26 кгс/см^2 .

Направление «Химические технологии»

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

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

где V - объем реактора идеального смешения, м^3 ; ν - объемный расход реакционной смеси, проходящей через проточный реактор, $\text{м}^3/\text{с}$; $\bar{\tau}$ - 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 объем реактора идеального смешения для превращения реагента на 90 %, если начальная концентрация реагента A составляет 2 кмоль/м^3 , константа скорости химической реакции равна $0,1125 \text{ м}^3/(\text{кмоль} \cdot \text{с})$, объемный расход реакционной смеси составляет 15 л/мин .