

## Демонстрационный вариант комплекта заданий Второго этапа Олимпиады по Профилю «Инженерия и технологии» по треку бакалавриата

Демонстрационный вариант комплекта заданий по Профилю для 2 этапа Олимпиады по треку бакалавриата включает 45 заданий, из них 28 тестовых заданий начального уровня с одним правильным ответом (верно выполненное задание оценивается в 1 балл), 13 тестовых заданий среднего уровня с несколькими правильными ответами (верно выполненное задание оценивается в 3 балла), 4 задания высокого уровня с развернутым ответом (верно выполненное задание оценивается в 8-9 баллов).

В тестовых заданиях правильные ответы выделены жирным шрифтом.

Для заданий с развёрнутым ответом приводятся критерии оценивания и эталонный ответ.

### Научное направление 1: Автоматизированные системы управления

#### Задание 1

##### Начальный уровень сложности (1 балл)

Какой из факторов влияет на динамические характеристик системы?

- а) Температура окружающей среды
- б) Масса объекта управления
- в) Ускорение
- г) **Все вышеперечисленное**

Ответ: г.

#### Задание 2

##### Начальный уровень сложности (1 балл)

Решите уравнение  $\sin(2\pi x) = 0,5$ .

- а) **1/12 и 5/12**
- б) 12/5 и 12
- в) 7/12 и 5
- г) 1/12 и 7/12

Ответ: Ответ а.

#### Задание 3

##### Начальный уровень сложности (1 балл)

Даны три числа, которые записаны в разных системах счисления:  $12_{16}$ ,  $14_8$ ,  $11100_2$ .  
Найдите максимальное число в десятичной системе счисления.

- а) **28**
- б) 12
- в) 18
- г) 16

Ответ: а.

**Задание 4**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Какова вероятность, что автоматизированная система работает корректно, если вероятность ошибки составляет 5 %?

- а) 0,5
- б) 0,45
- в) 0,95**
- г) 0,05

Ответ: в.

**Задание 5**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

Выберите примеры автоматизации на производстве. Несколько вариантов ответов.

- а) Сварка деталей оператором
- б) Печать документов с помощью принтера
- в) Сбор урожая фермерами
- г) Упаковка товаров с использованием робототехнических устройств**
- д) Окрашивание изделий оператором
- е) Использование программируемых логических контроллеров в системе управления производственным процессом**

Ответ: г, е.

**Задание 6**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

Какие методы позволяют автоматизировано отслеживать состояние оборудования в реальном времени? Несколько вариантов ответов.

- а) Календарный план
- б) Отчеты об осмотре внешнего состояния оборудования
- в) Предиктивное обслуживание**
- г) Еженедельная фотофиксация
- д) Ежедневный осмотр состояния оборудования специалистом
- е) Использование различных датчиков**

Ответ: в, е.

**Научное направление 2: Робототехника**

**Задание 7**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

**ONE CLICK TO OPEN ALL DOORS**

Что такое сервопривод?

- а) Устройство для измерения температуры
- б) Устройство для передачи данных
- в) Устройство для хранения данных
- г) **Устройство для управления движением**

**Ответ:** г.

**Задание 8**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Устройство, которое позволяет определить ориентацию и угловое движение объекта:

- а) **Гироскоп**
- б) Ультразвуковой датчик
- в) Датчик цвета
- г) Датчик температуры

**Ответ:** а.

**Задание 9**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Для какого наименьшего целого неотрицательного числа  $A$  выражение  $(x + 2y < A) \text{ OR } (y > x) \text{ OR } (x > 30)$  принимает значение 1 при любых целых неотрицательных  $x$  и  $y$ ?

- а) 43
- б) **91**
- в) 11
- г) 14

**Ответ:** б.

**Задание 10**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

На вход алгоритма подаётся натуральное число  $N$  и программа вычисляет новое число  $R$  по следующему алгоритму:

1. Строится двоичная запись числа  $N$ .
2. К этой записи дописываются справа ещё два разряда по следующему правилу:
  - а) складываются все цифры двоичной записи числа  $N$ , и остаток от деления суммы на 2 дописывается в конец числа (справа). Например, запись 11100 преобразуется в запись 111001;
  - б) над этой записью производятся те же действия – справа дописывается остаток от деления суммы её цифр на 2.

Полученная в результате выполнения алгоритма запись является двоичным представлением числа  $R$ .

Выберите из предложенных вариантов минимальное число R в десятичной системе счисления, которое превышает число 97 и может являться результатом работы данного алгоритма.

- а) 233
- б) 102**
- в) 640
- г) 201

**Ответ: б.**

**Задание 11**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Выберите неверное равенство.

- а)  $\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$
- б)  $\tan(x) = \sin(x)/\cos(x)$
- в)  $\sin(90^\circ - x) = \cos(x)$
- г)  $\sin(x + y) = \sin(x) + \sin(y)$**

**Ответ: г.**

**Задание 12**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

Даны точки A(1; -1; 1), B(3; 4; -1), C(3; -2; -3), D(5; 3; -5).

Что можно сказать про взаимное расположение векторов CA и BD? Несколько вариантов ответов.

- а) линейно зависимы**
- б) ортогональны
- в) равны по модулю
- г) **противоположны**
- д) нет верного ответа

**Ответ: а, г.**

**Научное направление 3: Телекоммуникации**

**Задание 13**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Событие, которое может произойти или не произойти в результате некоторого испытания/опыта, называется...

- а) достоверным
- б) случайным**
- в) возможным
- г) вероятным

**Ответ: б.**

**Задание 14**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Системный администратор обслуживает три сервера. Вероятность того, что в течение часа сервер потребует внимания администратора, равна для первого сервера 0,1, для второго – 0,2 и для третьего – 0,15. Найти вероятность того, что в течение некоторого часа хотя бы один из серверов потребует внимания администратора:

- а) 93,5 %
- б) 82,5 %
- в) 61,2 %
- г) **38,8 %**

**Ответ:** Ответ г.

**Задание 15**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Дан фрагмент таблицы истинности выражения F. Какое выражение соответствует F?

X	Y	Z	F
0	1	1	0
1	1	1	1
0	0	1	1

- а)  $X \& \neg Y \& \neg Z$
- б)  $\neg X \& \neg Y \& Z$
- в)  $\neg X \vee \neg Y \vee Z$
- г)  **$X \vee \neg Y \vee \neg Z$**

**Ответ:** г.

**Задание 16**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

Условная вероятность вычисляется по формуле (выберите 2 или более вариантов ответа):

- а)  $P(A/B) = P(A) / P(B)$
- б)  $P(B/A) = P(B) / P(A)$
- в)  **$P(A/B) = P(A \cdot B) / P(B)$**
- г)  **$P(B/A) = P(A \cdot B) / P(A)$**
- д)  $P(A/B) = P(A) - P(B)$
- е)  $P(B/A) = P(B) - P(A)$
- ж)  $P(A/B) = P(A) - P(B) + P(A \cdot B)$
- з)  $P(B/A) = P(B) - P(A) + P(B \cdot A)$

**Ответ:** в, г.

**Задание 17**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

Рассмотрим логическое выражение:  $A = (X \text{ AND } Y) \text{ OR } (Z \text{ AND NOT } W)$ , где:  $X, Y, Z, W$  — логические переменные, которые могут принимать значения "истина" (1) или "ложь" (0).

Выберите все варианты ответа с  $A = 1$ .

- а)  $X = 1, Y = 1, Z = 0, W = 0$
- б)  $X = 0, Y = 1, Z = 1, W = 1$
- в)  $X = 1, Y = 0, Z = 1, W = 0$
- г)  $X = 0, Y = 0, Z = 0, W = 1$
- д)  $X = 1, Y = 1, Z = 1, W = 1$
- е)  $X = 1, Y = 0, Z = 0, W = 0$

**Ответ:** а, в, д.

**Научное направление 4: Электротехника и электроника**

**Задание 18**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

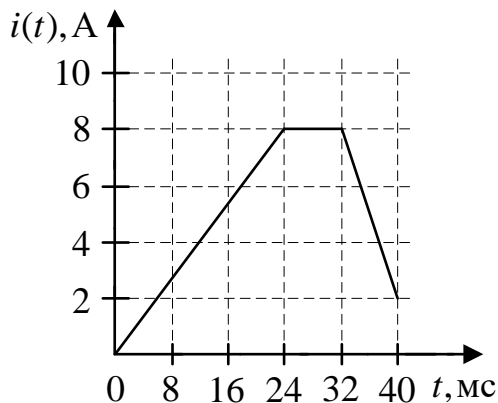
Определите напряженность электрического поля  $E$ , если на точечный заряд  $q = 15 \text{ нКл}$  действует сила  $F = 3 \text{ мН}$ .

- а)  $45 \text{ В/м}$
- б)  **$0,2 \text{ МВ/м}$**
- в)  $0,2 \text{ В/м}$
- г)  $5 \text{ В/м}$

**Ответ:** б.

**Задание 19**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

График тока в катушке индуктивности с  $L = 30 \text{ мГн}$  приведен на рисунке. Определите наибольшее по модулю значение ЭДС самоиндукции за промежуток времени  $40 \text{ мс}$ .



- а)  $30 \text{ В}$

**ONE CLICK TO OPEN ALL DOORS**

- б) 10 В
- в) 10 мВ
- г) **22,5 В**

Ответ: г.

### Задание 20 Начальный уровень сложности (1 балл)

Определите приложенное напряжение  $U$  и потребляемую мощность  $P$  проводника сопротивлением  $R = 15$  Ом при протекании через него тока силой  $I = 2$  А.

- а)  $U = 30$  В,  $P = 60$  Дж
- б)  $U = 0,133$  В,  $P = 60$  Вт
- в)  $U = 60$  В,  $P = 30$  Вт
- г)  **$U = 30$  В,  $P = 60$  Вт**

Ответ: г.

### Задание 21 Начальный уровень сложности (1 балл)

Два неподвижных точечных заряда  $q_1 = 10$  нКл и  $q_2 = 15$  нКл находятся друг от друга на расстоянии  $r = 60$  см. Определите напряженность электрического поля  $E$  в точке А, лежащей посередине между зарядами. Среда – вакуум.

- а) 500 В
- б) **500 В/м**
- в) 0 В/м
- г) 2500 В/м

Ответ: б.

### Задание 22 Средний уровень сложности (3 балла)

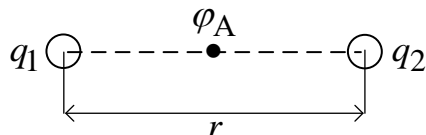
Два конденсатора с емкостями  $C_1 = 2$  мкФ и  $C_2 = 4$  мкФ соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения с  $U = 120$  В. Определите напряжение каждого из конденсаторов. Считать, что до этого конденсаторы были не заряжены.

- а)  $U_1 = 40$  В
- б)  $U_1 = 60$  В
- в)  **$U_1 = 80$  В**
- г)  $U_1 = 120$  В
- д)  **$U_2 = 40$  В**
- е)  $U_2 = 60$  В
- ж)  $U_2 = 80$  В
- з)  $U_2 = 120$  В

Ответ: в, д.

**Задание 23**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

Определите потенциал и напряженность электрического поля в точке А, лежащей посередине между двумя точечными неподвижными зарядами  $q_1 = q_2 = 100$  нКл, расположенными на расстоянии  $r = 80$  см в вакууме.

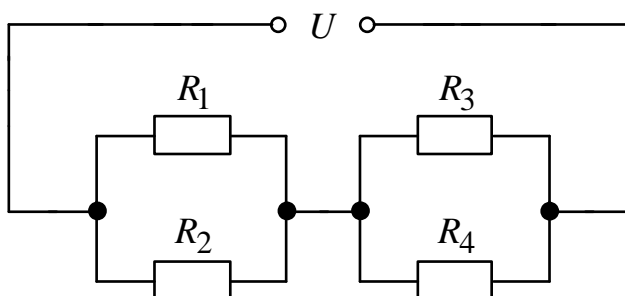


- а)  $\varphi_A = 2250$  В
- б)  $\varphi_A = 0$  В
- в)  $\varphi_A = 4500$  В
- г)  $\varphi_A = 4500$  мВ
- д)  $E = 0$  В
- е)  $E = 0$  В/м
- ж)  $E = 5625$  В/м
- з)  $E = 11250$  В/м

**Ответ:** в, е.

**Задание 24**  
**Высокий уровень сложности (8 баллов)**

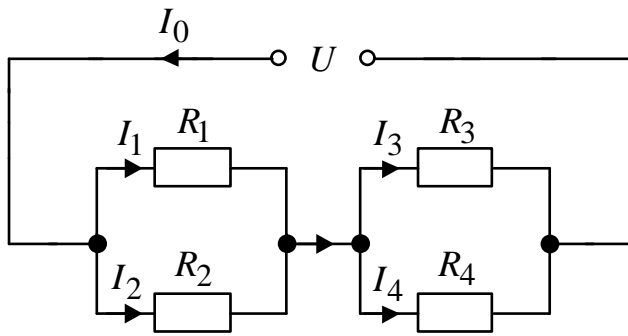
Четыре проводника с сопротивлениями  $R_1 = 1$  Ом,  $R_2 = 2$  Ом,  $R_3 = 2$  Ом,  $R_4 = 4$  Ом включены в сеть с напряжением  $U = 60$  В. Определите ток через каждый проводник.



**Будьте внимательны:** при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

**Решение:**





Определим общее сопротивление всей цепи:

$$R_0 = R_1 * R_2 / (R_1 + R_2) + R_3 * R_4 / (R_3 + R_4) = 2/3 + 4/3 = 2 \text{ Ом};$$

По закону Ома определим общий ток в цепи:  $I_0 = U / R_0 = 60 / 2 = 30 \text{ A};$

Элементы  $R_1$  и  $R_2$  соединены параллельно, поэтому  $U_1 = U_2 = U_{12};$

Элементы  $R_3$  и  $R_4$  соединены параллельно, поэтому  $U_3 = U_4 = U_{34};$

$$R_{12} = R_1 * R_2 / (R_1 + R_2) = 2/3 \text{ Ом};$$

$$R_{34} = R_3 * R_4 / (R_3 + R_4) = 4/3 \text{ Ом};$$

$$U_{12} = I_0 * R_{12} = 30 * 2/3 = 20 \text{ В};$$

$$U_{34} = I_0 * R_{34} = 30 * 4/3 = 40 \text{ В};$$

По закону Ома для участка цепи:

$$I_1 = U_1 / R_1 = 20 / 1 = 20 \text{ A}; I_2 = U_2 / R_2 = 20 / 2 = 10 \text{ A};$$

$$I_3 = U_3 / R_3 = 40 / 2 = 20 \text{ A}; I_4 = U_4 / R_4 = 40 / 4 = 10 \text{ A}.$$

**Ответ:**  $I_1 = 20 \text{ A}; I_2 = 10 \text{ A}; I_3 = 20 \text{ A}; I_4 = 10 \text{ A}.$

#### Критерии оценивания:

Критерий 1 – записал формулу и определил верно общее сопротивление цепи (3 балла).

Критерий 2 – определил верно общий ток в цепи (3 балла).

Критерий 3 – определил верно токи через все проводники (2 балла).

### Научное направление 5: Общее машиностроение

#### Задание 25

#### Начальный уровень сложности (1 балл)

Решите уравнение:  $(6,25x + 11)^2 = (6,25x + 9)^2.$

а) -1,8

**б) -1,6**

в) 1,6

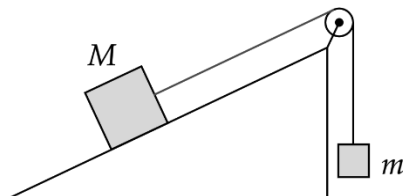
г) 1,8

д) уравнение не имеет решения

**Ответ:** б.

**Задание 26**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Брусек массой  $M = 300$  г соединен с грузом массой  $m = 200$  г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Брусек скользит без трения по неподвижной наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Чему равно ускорение груза  $m$ ?



- а)  $1 \text{ м/с}^2$
- б)  $2 \text{ м/с}^2$
- в)  $3 \text{ м/с}^2$
- г)  $4 \text{ м/с}^2$
- д)  $5 \text{ м/с}^2$

**Ответ:** а.

**Задание 27**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

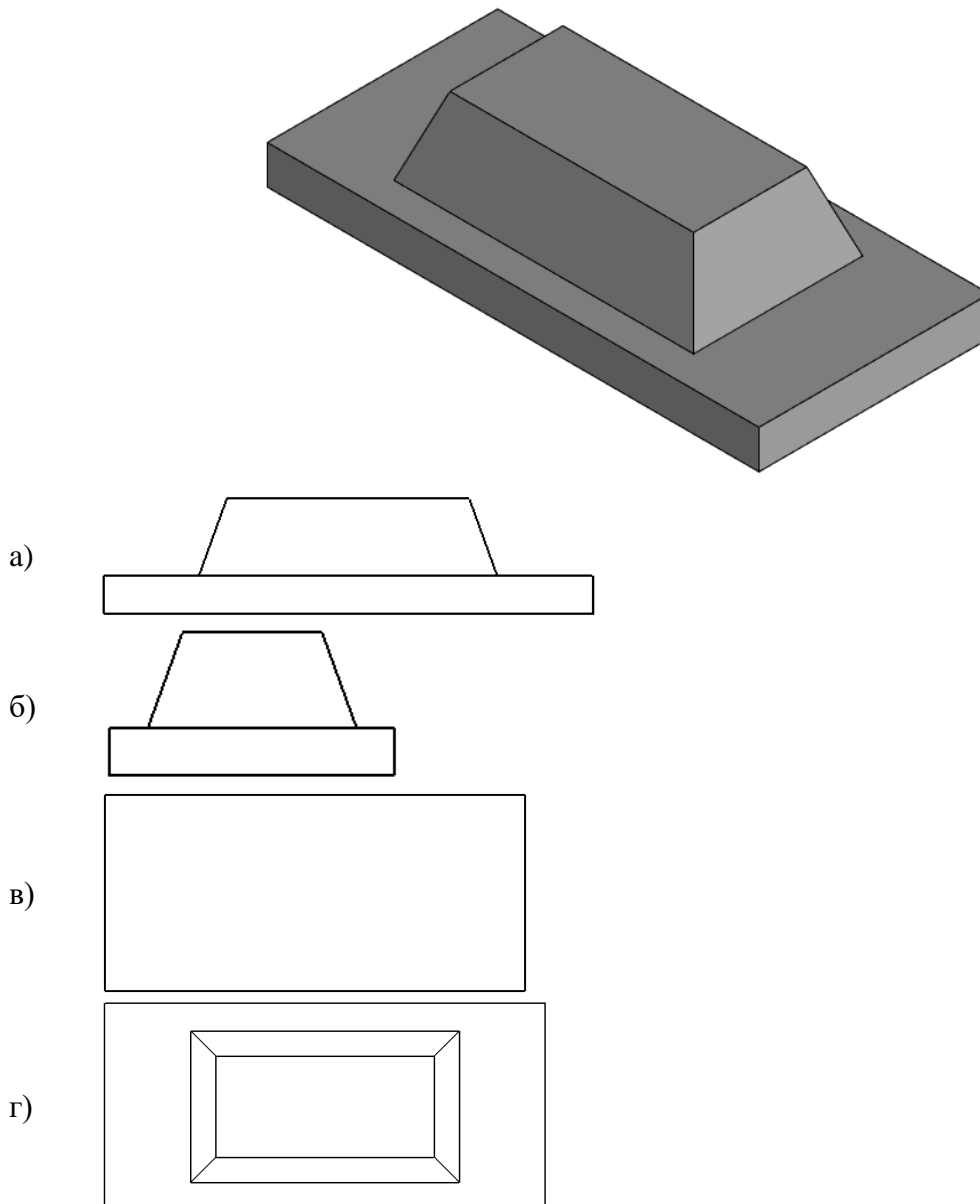
Тепловая машина за один цикл совершает работу  $20$  Дж и отдаёт холодильнику количество теплоты  $80$  Дж. Температура нагревателя этой машины  $600$  К, а температура холодильника  $300$  К. Во сколько раз КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же температурах нагревателя и холодильника, больше КПД рассматриваемой тепловой машины?

- а) 5 раз
- б) **2,5 раза**
- в) 2 раза
- г) 1,5 раза
- д) КПД равны

**Ответ:** б.

**Задание 28**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Из предложенных видов детали, изображенной на рисунке, выберите фронтальный вид:



Ответ: а.

### Задание 29 Средний уровень сложности (3 балла)

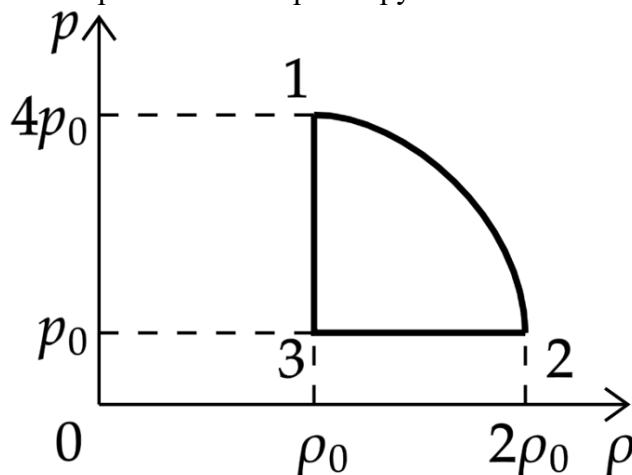
Автомобиль массой 2 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, радиус кривизны которого равен 40 м, со скоростью 36 км/ч. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения, характеризующие движение автомобиля в этот момент времени.

- а) Равнодействующая сила, действующая на автомобиль, направлена противоположно его скорости
- б) Сила, с которой мост действует на автомобиль, меньше 20000 Н и направлена вертикально вниз
- в) Вес автомобиля равен 35000 Н
- г) Центробежное ускорение автомобиля равно  $2,5 \text{ м/с}^2$
- д) Вес автомобиля направлен вертикально вниз

Ответ: г, д.

**Задание 30**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

На рисунке показана зависимость давления газа  $p$  от его плотности  $\rho$  в циклическом процессе, совершаемом 2 моль идеального газа в идеальном тепловом двигателе. Цикл состоит из двух отрезков прямых и четверти окружности.



На основании анализа этого циклического процесса выберите **все** верные утверждения.

- а) В процессе 1-2 температура газа уменьшается
- б) В состоянии 3 температура газа максимальна
- в) В процессе 2-3 объём газа уменьшается
- г) Отношение максимальной температуры к минимальной температуре в цикле равно 8
- д) Работа газа в процессе 3-1 положительна

**Ответ:** а, г.

**Задание 31**  
**Высокий уровень сложности (9 баллов)**

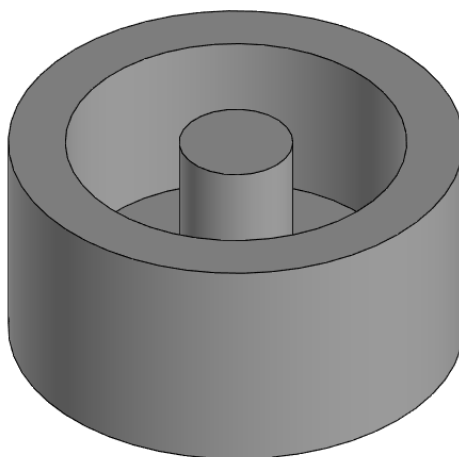


Рис. 1а

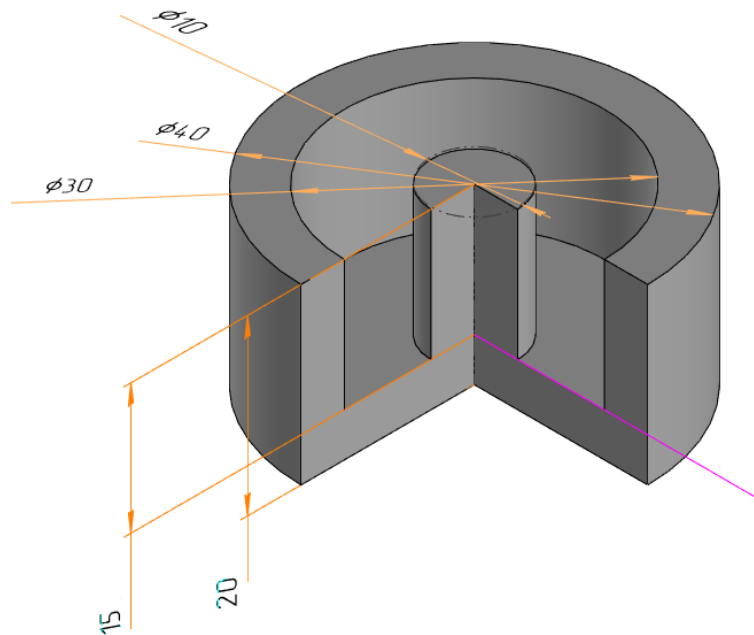


Рис. 16

На 3D-принтере напечатали деталь, изображенную на рисунке 1а. Ее размеры (в миллиметрах) представлены на рисунке 1б. Деталь изготовлена из поликарбоната плотностью 0.00112 г/мм<sup>3</sup>.

Вычислить массу детали, если заполнение составляет 15%. Ответ выразить в граммах, округлить до целого в большую сторону. При расчётах принять  $\pi=3.14$ .

**Будьте внимательны:** при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

#### Решение:

Чтобы найти массу детали, необходимо знать ее объем.

Вычислим объем внешней цилиндрической части  $V_{ц}$ , для этого из объема большего цилиндра  $V_{ц1}$  вычтем объем цилиндрической полости  $V_{ц2}$ :

$$V_{ц} = V_{ц1} - V_{ц2} = \pi r_1^2 h_1 - \pi r_2^2 h_2 = 3,14 \cdot 20^2 \cdot 20 - 3,14 \cdot 15^2 \cdot 15 = 25120 - 10597,5 = 14522,5 \text{ мм}^3,$$

где  $r$  – радиус цилиндра,  $h$  – высота цилиндра.

Чтобы получить полный объем детали  $V$ , необходимо к объему внешней цилиндрической части  $V_{ц}$  прибавить объем внутреннего цилиндра  $V_{вн}$ , расположенного в центре полости:

$$V = V_{ц} + V_{вн} = 14522,5 + \pi r_3^2 h_2 = 14522,5 + 3,14 \cdot 5^2 \cdot 15 = 15700 \text{ мм}^3.$$

Учитывая, что деталь заполнена с коэффициентом заполнения, то фактический объем материала определяется как:

$$V_{\text{факт}} = V \cdot k = 15700 \cdot 0,15 = 2355 \text{ мм}^3.$$

Тогда масса детали находится следующим образом:

$$m = V_{\text{факт}} \cdot \rho = 2355 \cdot 0,00112 = 2,64 \text{ г.}$$

Округляя, получаем  $m = 3 \text{ г.}$

**Ответ:** масса детали  $m = 3 \text{ г.}$

**Критерии оценивания:**

Критерий 1 «Правильно записаны формулы для вычисления объемов составных частей детали. Правильно посчитан общий объем детали.» – 5 балла.

Критерий 2 «Верно учтен коэффициент заполнения. Правильно рассчитан фактический объем материала.» – 2 балла.

Критерий 3 «Правильно записана формула вычисления массы через объем.

Правильный расчет массы с учетом коэффициента заполнения.

Правильное округление полученного результата.» – 2 балла.

## Научное направление 6: Ядерная физика и технологии

### Задание 32

#### Начальный уровень сложности (1 балл)

Как изменяется энергия связи ядра при делении тяжелых ядер?

- а) Увеличивается
- б) Уменьшается
- в) Не изменяется
- г) Может как увеличиваться, так и уменьшаться

Ответ: а.

### Задание 33

#### Начальный уровень сложности (1 балл)

Тело массой  $m$  скользит по наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$ . Коэффициент трения между телом и плоскостью равен  $\mu$ . Определить ускорение тела.

- а)  $a = g \cdot \sin(\alpha)$
- б)  $a = g \cdot (\sin(\alpha) + \mu \cdot \cos(\alpha))$
- в)  $a = g \cdot \cos(\alpha) - \mu \cdot g \cdot \sin(\alpha)$
- г)  $a = g \cdot (\sin(\alpha) - \mu \cdot \cos(\alpha))$

Ответ: г.

### Задание 34

#### Начальный уровень сложности (1 балл)

Найти количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг воды от 20°C до 100°C. Удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/(кг\*°C).

- а) 336000 Дж
- б) 403200 Дж
- в) 168000 Дж
- г) 268800 Дж

Ответ: а.

### Задание 35

#### Начальный уровень сложности (1 балл)

От чего зависит период колебаний математического маятника?

- а) Зависит от амплитуды колебаний
- б) Зависит от массы маятника

- в) Зависит от ускорения свободного падения
- г) Зависит от материала нити маятника

**Ответ:** в.

**Задание 36**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

Какие преимущества и недостатки имеет ядерная энергетика по сравнению с другими источниками энергии? Несколько вариантов ответов.

- а) **Преимущества:** Ядерная энергетика обладает высокой плотностью энергии, что позволяет производить большое количество электроэнергии с относительно небольшого количества топлива
- б) **Преимущества:** Ядерные электростанции не выделяют парниковых газов, что делает их экологически чистым источником энергии в сравнении с тепловыми электростанциями
- в) **Недостатки:** Ядерные отходы представляют опасность для окружающей среды и требуют длительного безопасного хранения
- г) **Преимущества:** Ядерная энергетика обеспечивает стабильную и надежную поставку электроэнергии, не зависящую от погодных условий

**Ответ:** а, б, г.

**Задание 37**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

Какое из следующих утверждений о температуре верно? Несколько вариантов ответов.

- а) **Температура тела – это мера средней кинетической энергии хаотического движения молекул этого тела**
- б) Температура тела не зависит от скорости движения молекул
- в) **Абсолютный нуль температуры соответствует полному прекращению теплового движения молекул**
- г) Шкала Кельвина начинается с нуля градусов

**Ответ:** а, в.

**Задание 38**  
**Высокий уровень сложности (8 баллов)**

В цилиндре под поршнем находится 0,01 моль идеального газа. Масса поршня равна  $m = 0,1$  кг, площадь его основания  $S = 0,002$  м<sup>2</sup>. Цилиндр помещен в термостат с температурой  $T = 300$  К. Поршень медленно опускают на небольшое расстояние  $\Delta h = 0,01$  м. Определите количество теплоты  $Q$ , отданное газом в процессе изотермического сжатия.

**Будьте внимательны:** при оценке необходимо учитывать:

- а) Подробно описан каждый шаг решения.
- б) Проведена проверка размерности полученного результата (Дж).

**Решение:**

1. Анализ процесса:

- Изотермический процесс: Температура газа остается постоянной ( $T = 300 \text{ K}$ ).
- Сжатие газа: Объем газа уменьшается за счет перемещения поршня.
- Работа над газом: Внешние силы совершают работу над газом, сжимая его.
- Теплообмен: Газ отдает тепло в окружающую среду (термостат).

2. Первый закон термодинамики: Для изотермического процесса изменение внутренней энергии  $\Delta U = 0$ . Поэтому первый закон термодинамики записывается как  $Q = -A$ , где:

- $Q$  - количество теплоты, отданное газом,
- $A$  - работа, совершенная над газом.

3. Расчет работы: Работа, совершенная над газом при сжатии, равна  $A = F\Delta h = pS\Delta h$ , где:

- $F$  - сила, действующая на поршень,
- $p$  - давление газа,
- $S$  - площадь поршня,
- $\Delta h$  - изменение высоты столба газа.

4. Давление газа можно найти из уравнения состояния идеального газа:

$pV = nRT$ , где:

- $n$  - количество вещества,
- $R$  - универсальная газовая постоянная ( $8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$ ),
- $V$  - объем газа ( $V = S \cdot h$ ).

5. Подставим выражение для давления в формулу для работы:

$$A = nRT \cdot (\Delta h / h).$$

Поскольку начальная и конечная температуры одинаковы, то отношение  $\Delta h/h$  можно отбросить.

6. Расчет количества теплоты:  $Q = -A = -nRT$ .

Подставим числовые значения:

$$Q = -0,01 \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K}) \cdot 300 \text{ K} = -24,94 \text{ Дж}.$$

Количество теплоты, отданное газом в процессе изотермического сжатия, равно  $-24,94 \text{ Дж}$ . Знак минус означает, что газ отдает тепло.

**Ответ:**  $Q = -24,94 \text{ Дж}$ .

**Критерии оценивания:**

Критерий 1 «Правильно записано уравнение состояния идеального газа» – 3 балла.

Критерий 2 «Правильно записана формула для количества теплоты, отданной газом» – 3 балла.

Критерий 3 «Проведен верный итоговый расчет, проведена проверка размерности полученного результата» – 2 балла.

Научное направление 7: Испытания в материаловедении

**Задание 39**

**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Число электронов в ионе железа  $\text{Fe}^{2+}$  равно:

- а) 26
- б) 28
- в) 24



г) 30

**Ответ: в.**

**Задание 40**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

К соединениям с ионным типом связи относятся:

- а) все простые вещества – неметаллы
- б) соли**
- в) подавляющее большинство оксидов неметаллов
- г) все простые вещества – металлы

**Ответ: б.**

**Задание 41**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Магнитная проницаемость диамагнетиков:

- а) равна единице
- б) чуть больше единицы
- в) равна нулю
- г) чуть меньше единицы**

**Ответ: г.**

**Задание 42**  
**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Как зависит удельное поверхностное сопротивление (сопротивление квадрата  $R_{\square}$ ) от размера квадрата?

- а) Сопротивление квадрата не зависит от размера квадрата**
- б) Сопротивление квадрата обратно пропорционально размеру квадрата
- в) Сопротивление квадрата прямо пропорционально размеру квадрата
- г) Сопротивление квадрата прямо пропорционально размеру квадрата для металлов и обратно пропорционально размеру квадрата для диэлектриков

**Ответ: а.**

**Задание 43**  
**Средний уровень сложности (3 балла)**

Полупроводник – это вещество, которое ... ? Несколько вариантов ответов.

- а) способно пропустить только половину электрических зарядов
- б) проводит электрические заряды хуже, чем проводник, но лучше, чем диэлектрик**
- в) проводит не все электрические заряды
- г) получило электрические заряды

- д) обладает особыми свойствами электропроводности
- е) изолирует заряженное тело

Ответ: б, д.

#### Задание 44 Средний уровень сложности (3 балла)

Какие факторы влияют на электропроводность полупроводников? Несколько вариантов ответов.

- а) Введение примесей
- б) Электрическое поле
- в) Температура
- г) Количество измерений
- д) Освещение
- е) Деформация

Ответ: а, б, в, д, е.

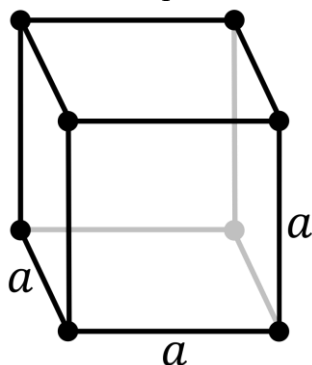
#### Задание 45 Высокий уровень сложности (8 баллов)

Элементарная ячейка некоторого вещества представляет собой простой куб с ребром  $a = 1,851$  нм. Изобразите элементарную ячейку и вычислите концентрацию свободных электронов, полагая, что на каждый атом кристаллической решетки приходится один свободный электрон.

**Будьте внимательны:** при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

**Решение:**

- 1) Изобразим элементарную ячейку.



Ячейка, внутри которой нет атомов, и они размещаются только в вершинах куба.

- 2) Каждый атом в узле кристаллической решетки принадлежит ей лишь на  $1/8$ , так как она принадлежит одновременно 8 кубам, сходящимся в данной вершине. А вершин в кубе всего 8. Поэтому количество атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку, равно  $1/8 \cdot 8 = 1$  ( $K = 1$ ).

- 3) Число атомов в единице объема можно найти как:

$$N = K / a^3;$$

$$N = 1 / (1,851 \cdot 10^{-9})^3 = 1,577 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}.$$

4) Найдем концентрацию электронов:

$$n = 1 \cdot N = 1,577 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}.$$

«1» потому, что на каждый атом кристаллической решетки приходится один свободный электрон.

**Ответ:**  $n = 1,577 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ .

**Критерии оценивания:**

Критерий 1 «Правильно изображена элементарная ячейка» – 2 балла.

Критерий 2 «Верно определено количество атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку» – 2 балла.

Критерий 3 «Верно записаны формулы для расчета числа атомов в единице объема и для расчета концентрации электронов, проведен верный расчет» – 4 балла.