

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кузнецова Эмилия Васильевна  
Должность: Исполнительный директор  
Дата подписания: 10.12.2025 20:58:26  
Уникальный программный ключ:  
01e176f1d70ae109e92d86b7d8f33ec82fbb87d6

**ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ БИЗНЕСА И УПРАВЛЕНИЯ»**

Рассмотрено и одобрено на заседании  
Ученого совета Протокол № 8 от 17  
апреля 2023 года, с изменениями и  
дополнениями, одобренными протоколами  
Ученого совета №23/24-02 от 26 января  
2024 года, №25/6 от 21 апреля 2025 года,  
№25/11 от 28 ноября 2025 года

**УТВЕРЖЕНО**



Проректор по учебно-воспитательной  
работе и качеству образования

Ю.Н.Паничкин

«28» ноября 2025 года

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

*по дисциплине «Дополнительные главы физики»*

Направление подготовки / специальность 23.03.01 **Технология транспортных процессов**

Квалификация выпускника Бакалавр

Направленность (профиль) / специализация **«Организация перевозок и безопасность движения»**

Для оценки сформированности компетенции:

**ОПК-1: "Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности."**

Индикаторы достижения компетенции:

**ИОПК-1.1:** Знает теорию, методики и основные законы в области общинженерных наук;

**ИОПК-1.2:** Умеет использовать полученные теоретические знания при решении задач в технических приложениях профессиональной деятельности.

**ИОПК-1.3:** Владеет навыками применения общинженерных методик в реализации технологических процессов в профессиональной деятельности.

2025 г.

### Закрытые задания на установление соответствия

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст и установите соответствие

#### Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 1:** Установите соответствие между типом межмолекулярного взаимодействия и его краткой характеристикой.

Левая колонка	Правая колонка
А) Дисперсионное (Лондона)	1) Взаимодействие мгновенно индуцированных диполей
Б) Индукционное (Дебая)	2) Поляризация неполярной молекулы постоянным диполем
В) Ориентационное (Кеесомы)	3) Силы между ориентированными постоянными диполями
Г) Водородная связь	4) Электростатическая связь $X-H \cdots Y$ между высокоэлектроотрицательными атомами

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 2:** Соотнесите вид межатомного потенциала и его аналитическое выражение.

Левая колонка	Правая колонка
А) Леннарда-Джонса	1) $U_{LJ}(r) = 4\epsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$
Б) Морса	2) $U_M(r) = D_e \left( 1 - e^{-a(r - r_e)} \right)^2 - D_e$
В) Кулоновский	3) $U_C(r) = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon_0 r}$
Г) Борно-Майера	4) $U_{BM}(r) = A \exp \left[ - \left( \frac{r}{\rho} \right) \right]$

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 3:** Установите соответствие между физической константой и её приблизительным значением.

Левая колонка	Правая колонка
А) постоянная Больцмана $k_B$	1) $6.626 \times 10^{-34}$ Дж·с
Б) число Авогадро $N_A$	2) $1.381 \times 10^{-23}$ Дж/К
В) универсальная газовая R	3) $6.022 \times 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>

Г) постоянная Планка $h$	4) 8.314 Дж/(моль·К)
--------------------------	----------------------

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 4:** Соотнесите экспериментальный метод и основную физическую величину, которую он измеряет.

Левая колонка	Правая колонка
А) Калориметрия	1) Теплоёмкость/энтальпия
Б) Дилатометрия	2) Коэффициент линейного расширения
В) Вискозиметрия	3) Вязкость
Г) Тензиометрия	4) Поверхностное натяжение

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 5:** Соотнесите металлургическое явление и его описание.

Левая колонка	Правая колонка
А) Полоса сдвига	1) Локализованная зона пластической деформации под высоким напряжением
Б) Полоса Людерса	2) Пропагирующая область текучести после начала нагружения
В) Механическое двойникование	3) Симметричное отражение решётки на 60–90° при ударной нагрузке
Г) Слип-линии	4) Следы пересечения дислокаций на поверхности кристалла

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 6:** Установите соответствие между фазовым превращением и изменением кристаллической решётки.

Левая колонка	Правая колонка
А) Аустенит → Мартенсит	1) $\gamma\text{-Fe (fcc)} \rightarrow \alpha'\text{-Fe (bct)}$
Б) Перлитное превращение	2) $\gamma\text{-Fe} \rightarrow \alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_3\text{C}$ пластинчато
В) Бейнитное превращение	3) $\gamma\text{-Fe} \rightarrow \alpha\text{-Fe} + \text{карбиды}$ игольчато
Г) Закалка на троостит	4) Тонкодисперсный сорбит-троостит после изотермического отпуска

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 7:** Соотнесите элемент дилатометрической кривой охлаждения стали и соответствующее физическое событие.

Левая колонка	Правая колонка
А) Плавное уменьшение длины	1) Термальное сжатие аустенита
Б) Излом с резким уклоном	2) Начало мартенситного превращения $M_s$
В) Плато постоянной длины	3) Образование остаточного аустенита
Г) Вторичный излом на низких Т	4) Карбидная релаксация/отпуск

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 8:** Установите соответствие между механизмом упрочнения и препятствием движению дислокаций.

Левая колонка	Правая колонка
А) Упрочнение холодной деформацией	1) Скученные дислокации
Б) Твердый раствор	2) Рассеянные атомы легирования
В) Выделительное упрочнение	3) Наноосадки карбидов/ $\gamma'$
Г) Мелкозернистая структура	4) Зернограницы

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 9:** Соотнесите тип детектора и частицу/излучение, которое он наиболее чувствительно регистрирует.

Левая колонка	Правая колонка
А) Счетчик $^3\text{He}$	1) Нейтроны ( $n$ , 0.025 эВ)
Б) Сцинтилляционный детектор NaI(Tl)	2) $\gamma$ -кванты 0.1–3 МэВ
В) Геигер–Мюллеровская трубка	3) $\beta$ -/ $\gamma$ -излучение общего назначения
Г) Калориметрический термопил	4) Выделяемое тепло (Вт)

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 10:** Соотнесите реакцию синтеза дейтронов и основные продукты.

Левая колонка	Правая колонка
А) $D + D$	1) $^3\text{He} + n$ (2.45 МэВ)
Б) $D + T$	2) $\alpha + n$ (14.1 МэВ)
В) $D + ^3\text{He}$	3) $^4\text{He} + p$ (18 МэВ)
Г) $p + ^7\text{Li}$	4) $2\alpha$ (17.3 МэВ)

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 11:** Установите соответствие между вычислительным методом и ожидаемым результатом.

Левая колонка	Правая колонка
А) Молекулярная динамика	1) Траектории атомов и температурный фактор
Б) Монте-Карло (нейтронный транспорт)	2) Сечение $\sigma(E)$ и распределение потоков
В) DFT-расчёт	3) Плотность электронов и энергия связи
Г) Метод конечных элементов	4) Распределение напряжений в конструкции

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 12:** Соотнесите научный прибор и структурный/физический параметр, определяемый с его помощью.

Левая колонка	Правая колонка
А) DSC	1) Энтальпия фазовых превращений
Б) Рентгенодифрактометр (XRD)	2) Фазовый состав и межплоскостные расстояния
В) ТЕМ	3) Дислокации, дефекты наноуровня
Г) ACM/AFM	4) Нанорельеф поверхности

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 13:** Соотнесите безразмерное число и соотношение величин, которое оно характеризует.

Левая колонка	Правая колонка
А) Reynolds Re	1) Инерционные / вязкие силы ( $\rho vL/\eta$ )
Б) Prandtl Pr	2) Молекулярная / тепловая диффузия ( $\nu/\alpha$ )
В) Mach M	3) Скорость потока / скорость звука ( $v/c$ )
Г) Peclet Pe	4) Конвективный / тепловой перенос ( $Re \cdot Pr$ )

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 3 мин.

**Задание 14:** Соотнесите закон термодинамики и его математическое выражение.

Левая колонка	Правая колонка
А) Первый закон	1) $dU = \delta Q - \delta W$
Б) Второй закон (для dS)	2) $dS \geq \frac{\delta Q}{T}$
В) Третий закон	3) $\lim_{T \rightarrow 0} S = 0$
Г) Нулевой закон	4) $T_A = T_B$ ; \text{(тепловое равновесие)}

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.3

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 15:**

**Вопрос:** Соотнесите фундаментальное уравнение и физическое явление, которое оно описывает.

Левая колонка	Правая колонка
А) Уравнение Шрёдингера $\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -(\hbar^2/2m)\nabla^2\psi + V\psi$	1) Квантовое состояние частицы
Б) Закон Фика $(1-e)J = -D \nabla C$	2) Диффузионный поток
В) Закон Фурье $q = -k \nabla T$	3) Теплопроводность
Г) Волновое уравнение $\nabla^2 \xi = (1/v^2) \partial^2 \xi / \partial t^2$	4) Распространение упругих/ЭМ волн

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ:** 2 мин.

**Задание 16:** Установите соответствие между режимом диффузии и доминирующим механизмом переноса атомов.

Левая колонка	Правая колонка
А) Объёмная (решёточная)	1) Перескоки через вакансии внутри зерна
Б) Граничная	2) Миграция вдоль границ зёрен
В) Поверхностная	3) Адсорбционный скольжение вдоль поверхности
Г) «Pipe»-диффузия по дислокации	4) Движение по цилиндрическому каналу вокруг дислокации

**Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:**

1	2	3	4

### Ключи к заданиям

Номер вопроса	Правильный вариант ответа
1	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
2	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
3	$A \rightarrow 2, B \rightarrow 3, V \rightarrow 4, \Gamma \rightarrow 1$
4	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
5	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
6	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
7	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
8	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
9	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
10	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
11	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
12	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
13	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
14	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
15	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$
16	$A \rightarrow 1, B \rightarrow 2, V \rightarrow 3, \Gamma \rightarrow 4$

### Закрытые задания на установление последовательности

**Инструкция для выполнения задания:** прочитайте текст и установите последовательность

### Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

**Индикатор:** ИОПК-1.3

**Время на ответ:** 4 мин.

**Задание 1:** Определите последовательность действий при выводе силы из потенциала Леннарда-Джонса.

Варианты ответа:

А) Выбор характерного межатомного расстояния  $r$

Б) Запись выражения потенциала

$$U(r) = 4\varepsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ:** 5 мин.

**Задание 2:** Установите порядок экспериментального определения поверхностного натяжения методом капиллярного подъёма.

Варианты ответа:

А) Измерение внутреннего диаметра капилляра  $d$

- Б) Определение высоты подъёма  $h$  столба жидкости  
 В) Измерение плотности  $\rho$  жидкости при данной  $T$   
 Г) Расчёт  $\sigma$  из формулы  

$$\sigma = \frac{\rho g h d}{4}$$

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 3:** Расположите этапы численного моделирования твёрдого тела методом молекулярной динамики.

Варианты ответа:

- А) Определение параметров межатомного потенциала  

$$U(r) = 4\epsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$
  
 Б) Задание начальных координат и скоростей  
 В) Выбор алгоритма интегрирования (Верле)  
 Г) Анализ траекторий и усреднение свойств

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 4:** Определите порядок процессов при образовании полос сдвига в металле.

Варианты ответа:

- А) Аккумуляция дислокаций при пластической деформации  
 Б) Локальное повышение напряжения  
 В) Самоорганизация дислокаций в полосу  
 Г) Разгрузка окружающей матрицы

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.1

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 5:** Установите последовательность регистрации формирования мартенсита методом дилатометрии.

Варианты ответа:

- А) Нагрев образца до аустенитной температуры  
 Б) Быстрое охлаждение (закалка) до заданной  $T$   
 В) Запись изменения длины  $\Delta L(t)$   
 Г) Определение температуры  $M_s$  из кривой

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--



**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 6:** Расположите этапы расчёта критической скорости охлаждения, исключаящей образование перлита.

Варианты ответа:

- А) Серия закалок с разными скоростями
- Б) Построение кинетических точек превращения
- В) Составление ССТ-диаграммы
- Г) Определение пересечения «носика» перлитной области

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 7:** Определите порядок вывода энергии взаимодействия ван-дер-Ваальса из уравнения Вириала второго порядка.

Варианты ответа:

- А) Запись Вириального уравнения  $P = RT(1/V + B(T)/V^2 + \dots)$
- Б) Определение второго коэффициента  $B(T)$  интегралом по потенциалу
- В) Подстановка потенциала Леннарда-Джонса в интеграл

$$U(r) = 4\varepsilon \left[ \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$

- Г) Численный расчёт  $B(T)$  и сравнение с экспериментом

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 8:** Установите порядок экспериментального определения коэффициента диффузии методом меченых атомов.

Варианты ответа:

- А) Нанесение радиоактивного изотопа на поверхность образца
- Б) Отжиг при фиксированной температуре  $t$
- В) Шлифовка слоёв и измерение активности
- Г) Расчёт  $D$  из решения уравнения Фика

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 9:** Определите порядок подготовки электролитической ячейки для эксперимента по холодному ядерному синтезу ( $\text{Pd}/\text{D}_2\text{O}$ ).

Варианты ответа:

- А) Полировка и очистка палладиевого катода
- Б) Дегазация тяжёлой воды  $D_2O$
- В) Сборка ячейки и установка катода-анода
- Г) Установка датчиков тепловыделения и нейтронов

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 10:** Расположите этапы детектирования нейтронов при холодном синтезе методом счётчика  $^3\text{He}$ .

Варианты ответа:

- А) Калибровка счётчика стандартным источником
- Б) Установка счётчика рядом с ячейкой
- В) Регистрация импульсов в течение опыта
- Г) Сопоставление спектра импульсов с фоном

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 11:** Определите порядок численного моделирования водородной загрузки палладия.

Варианты ответа:

- А) Решение диффузионного уравнения в 1D
- Б) Задание граничных условий  $C(0,t)=C_s$ ,  $C(L,t)=0$
- В) Построение зависимости степени насыщения vs  $t$
- Г) Сравнение модели с калориметрическими данными

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 12:** Установите порядок калибровки тензодатчика для измерения локальных деформаций полос сдвига.

Варианты ответа:

- А) Нагрузка образца гирями с известной силой
- Б) Измерение выходного напряжения датчика
- В) Построение калибровочной кривой  $\epsilon = k \cdot V$
- Г) Установка датчика на исследуемый образец

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 13:** Расположите этапы определения энергии стеклования аморфного полимера методом DSC.

Варианты ответа:

- А) Запись теплофизической кривой при нагреве
- Б) Калибровка DSC по эталонам (In, Zn)
- В) Определение скачка теплоёмкости  $\Delta C_p$
- Г) Расчёт энергии стеклования  $\Delta H_g = \int \Delta C_p dT$

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.3

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 14:** Определите последовательность расчёта температуры Дебая по эксперименту теплоёмкости при низких температурах.

Варианты ответа:

- А) Запись  $C_p(T)$  в интервале 2–20 К
- Б) Аппроксимация зависимости  $C_p = a T^3$
- В) Определение коэффициента  $a$
- Г) Вычисление  $T_D$  из формулы

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 15:** Расположите шаги получения радиальной функции распределения  $g(r)$  из MD-трассировки.

Варианты ответа:

- А) Запись координат всех атомов за  $N$  шагов
- Б) Вычисление гистограммы парных расстояний
- В) Нормировка на объём  $4\pi r^2 \rho_0 \Delta r$
- Г) Сглаживание и вывод  $g(r)$

**Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:**

--	--	--	--

**Индикатор:** ИОПК-1.2

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 16:** Определите последовательность подготовки Монте-Карло-моделирования сечения реакции  $D + D \rightarrow {}^3\text{He} + n$  при низких энергиях.

Варианты ответа:

- А) Выбор эффективного потенциала взаимодействия (экран-Кулонов + Юкава)
- Б) Задание распределения энергий падающих дейтронов
- В) Запуск Монте-Карло-симуляции рассеяния
- Г) Статистическая обработка событий и получение  $\sigma(E)$

$$\sigma(E) = \pi r_0^2 \exp\left(-\frac{b}{\sqrt{E}}\right)$$

Запишите соответствующую последовательность букв с лева на право:

--	--	--	--

#### Ключи к заданиям

Номер вопроса	Правильный вариант ответа
1	A → B → B → Γ
2	A → B → B → Γ
3	A → B → B → Γ
4	A → B → B → Γ
5	A → B → B → Γ
6	A → B → B → Γ
7	A → B → B → Γ
8	A → B → B → Γ
9	A → B → B → Γ
10	A → B → B → Γ
11	B → A → B → Γ
12	A → B → B → Γ
13	B → A → B → Γ
14	A → B → B → Γ
15	A → B → B → Γ
16	A → B → B → Γ

#### Открытые задания с развернутым ответом

Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

#### Общепрофессиональная компетенция ОПК-1

Индикатор: ИОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

**Задание 1:** Как называется физическая величина, численно равная силе, действующей вдоль линии в поверхности раздела жидкость–газ на единицу её длины?

Поле для ответа:

Индикатор: ИОПК-1.1

Время на ответ: 4 мин.

**Задание 2:** Назовите константу  $1.381 \times 10^{-23}$  Дж/К.

Поле для ответа:

Индикатор: ИОПК-1.1

Время на ответ: 5 мин.

**Задание 3:** Как называется зависимость  $D=D_0 \exp(-Q/RT)$ , описывающая температурный ход коэффициента диффузии?

$$D = D_0 e^{-Q/(RT)}$$

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 4:** В методе молекулярной динамики какая величина рассчитывается как среднее  $\langle v^2 \rangle$  для определения температуры системы?

$$k_B T = \frac{m}{3N} \sum v_i^2$$

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 5:** Как называется структура с игольчатой морфологией, образующаяся в стали после закалки?

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 6:** Какая температура обозначается символом  $M_s$  в термообработке сталей?

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 7:** Как называется зависимость  $\sigma_y = \sigma_0 + k d^{-1/2}$ , связывающая предел текучести и размер зерна?

$$\sigma_y = \sigma_0 + k d^{-1/2}$$

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 8:** Какой газ используют как тяжёлый изотоп воды в экспериментах по холодному синтезу?

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 9:** Как называется устройство, регистрирующее тепловыделение по разности температур входящей и выходящей воды?

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 10:** Какой элемент палладиевой решётки служит каналом повышенной диффузии, называемым «pire»-диффузией?

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 11:** Скорость звука в газе выражается формулой  $c = \sqrt{(\gamma RT/M)}$ . Как называется отношение  $\gamma = C_p/C_v$ ?

$$c = \sqrt{\gamma R T / M}$$

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 12:** Какой потенциал свободной энергии минимален при постоянных T и V?

$$F = U - TS$$

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 13:** Назовите кристаллографическую плоскость с индексами (111) в кубической решётке.

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 14:** Минимальная энергия квантового колебания гармонического осциллятора?

$$E_0 = \frac{1}{2} \hbar \omega$$

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 15:** Как называется неразрывное уравнение  $\partial \rho / \partial t + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0$ ?

$$\partial \rho / \partial t + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = 0$$

**Поле для ответа:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 16:** Назовите параметр плазмы, равный отношению плотности плазмы к квадрату магнитного поля  $\beta = p_{\text{plasma}} / (B^2 / 2\mu_0)$ .

$$\beta = \frac{p}{B^2 / (2\mu_0)}$$

**Поле для ответа:**

#### **Ключи к заданиям**

Номер вопроса	Ответ (развернутое обоснование)
1	Поверхностное натяжение
2	Постоянная Больцмана
3	Уравнение Аррениуса
4	Кинетическая энергия
5	Мартенсит
6	Начало мартенситного превращения
7	Закон Холла–Петча

8	Дейтерий
9	Потоковый калориметр
10	Дислокация
11	Показатель адиабаты
12	Свободная энергия Гельмгольца
13	Гранецентрированная диагональная плоскость
14	$\frac{1}{2} \hbar \omega$
15	Уравнение сохранения массы
16	Бета плазмы

### **Закрытые задания с выбором одного правильного ответа**

**Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите в поле для ответа**

### **Общепрофессиональная компетенция ОПК-1**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 1:** Какой потенциал чаще всего используют для моделирования взаимодействия атомов инертных газов при 300 К?

Варианты ответа:

- А) Леннарда–Джонса
- Б) Морса
- В) Кулоновский
- Г) Бонди–Майера

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 2:** Какая физическая величина определяется коэффициентом  $C_6$  в потенциале Леннарда–Джонса?

Варианты ответа:

- А) Жёсткий диаметр  $\sigma$
- Б) Глубина потенциальной ямы  $\epsilon$
- В) Коэффициент дисперсионного притяжения
- Г) Квантовая поправка на обмен

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 3:** Какую микроструктуру наблюдают в закалённой стали, подтверждающую мартенситное превращение?



Варианты ответа:

- А) Игольчатый (lath) рисунок
- Б) Пластинчатый перлит
- В) Зерна феррита Видманштеттена
- Г) Сфероидизованный цементит

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 4:** Какое условие инициирует появление полос Людерса в низкоуглеродистой стали?

Варианты ответа:

- А) Достижение верхнего предела текучести
- Б) Достижение температуры  $M_s$
- В) Превышение температуры рекристаллизации
- Г) Превышение 0.2 % условного предела

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 5:** Какой прибор используется для измерения теплоёмкости образца при его нагреве и охлаждении?

Варианты ответа:

- А) Дифференциальный сканирующий калориметр (DSC)
- Б) Дилатометр
- В) Вискозиметр
- Г) Тензиометр

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 6:** Какое уравнение описывает температурную зависимость коэффициента объёмной диффузии?

Варианты ответа:

- А)  $D = D_0 \exp(-Q/RT)$
- Б)  $D = D_0 T^n$
- В)  $D = D_0 + kT$
- Г)  $D = D_0 \exp(QT)$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 7:** Какой детектор наиболее чувствителен к 2.45 МэВ нейтронам реакции D+D?

Варианты ответа:

- А)  $^3\text{He}$ -пропорциональный счётчик
- Б) Сцинтиллятор NaI(Tl)
- В) Si(Li) полупроводниковый детектор
- Г) Фотоэлектронный умножитель без сцинтиллятора

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 8:** Вероятность туннелирования в кулоновском барьере экспоненциально зависит от выражения:

Варианты ответа:

- А)  $1/\sqrt{E}$
- Б)  $E$
- В)  $\ln E$
- Г)  $E^2$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 9:** Какой закон термодинамики описывает формула  $dU = \delta Q - \delta W$ ?

Варианты ответа:

- А) Первый
  - Б) Второй
  - В) Третий
  - Г) Нулевой
- $dU = \delta Q - \delta W$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 10:** Согласно закону Фурье, тепловой поток  $q$  направлен...

Варианты ответа:

- А) По градиенту температуры  $\nabla T$
  - Б) Против градиента температуры  $-\nabla T$
  - В) Вдоль изотермы
  - Г) Произвольно
- $$q = -k\nabla T$$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 11:** При  $Re < 2000$  течение в круглой трубе считается...

Варианты ответа:

- А) Ламинарным
- Б) Переходным
- В) Турбулентным
- Г) Сверхзвуковым

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 12:** Нулевая энергия кванта гармонического осциллятора равна...

Варианты ответа:

- А)  $\frac{1}{2} \hbar \omega$
  - Б)  $\hbar \omega$
  - В)  $k_B T$
  - Г) 0
- $$E_0 = \frac{1}{2} \hbar \omega$$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 13:** Пересечение высоко-Т и низко-Т прямых  $C_p(T)$  в модели Дебая определяет...

Варианты ответа:

- А) Температуру Дебая
- Б) Точку Кюри
- В) Температуру плавления
- Г) Температуру Нееля

**Ответ:**

**Индикатор: ОПК-1.1**

**Время на ответ: 5 мин.**

**Задание 14:** Уравнение Максвелла–Больцмана описывает распределение...

Варианты ответа:

- А) Скоростей молекул идеального газа
- Б) Потенциальной энергии
- В) Электронной концентрации
- Г) Давления по высоте

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 15:** Какой механизм упрочнения наиболее эффективно повышает предел текучести алюминиевых сплавов серии 2xxx?

Варианты ответа:

- А) Осадочное (преципитационное)
- Б) Твёрдый раствор
- В) Упрочнение холодной деформацией
- Г) Уменьшение зерна (Hall–Petch)

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 4 мин.**

**Задание 16:** На графике  $\ln \sigma$  против  $1/T$  наклон прямой пропорционален...

Варианты ответа:

- А) Энергии активации проводимости
- Б) Молярной массе
- В) Диэлектрической проницаемости
- Г) Теплоёмкости

$$\sigma = \sigma_0 e^{\{-E_a/(kT)\}}$$

**Ответ:**

Номер вопроса	Ответ
1	А
2	В
3	А
4	А
5	А
6	А
7	А
8	А
9	А
10	Б
11	А
12	А
13	А
14	А
15	А
16	А

### **Закрытые задания с выбором нескольких вариантов ответа**

**Инструкция для выполнения задания: прочитайте текст, выберите все правильные ответы и запишите в поле для ответов**

### **Общепрофессиональная компетенция ОПК-1**

#### **Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 1:** Какие величины входят в выражение потенциала Леннарда–Джонса? Выберите все правильные ответы.

1. Расстояние между атомами  $r$
2. Параметр жёсткого ядра  $\sigma$
3. Энергия ионизации  $I$
4. Глубина потенциальной ямы  $\epsilon$
5. Поляризуемость  $\alpha$  атома

$$U(r) = 4\epsilon[(\sigma/r)^{12} - (\sigma/r)^6]$$

**Ответ:**

#### **Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 2:** Какие методы позволяют экспериментально определить поверхностное натяжение жидкости?

1. Метод капиллярного подъёма
2. Пузырьковый (лапласиан) метод

3. Спектроскопия Рамана
4. Кольцевой (ду нуи) метод
5. Электронная дифракция

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 3:** Какие параметры структуры жидкости можно извлечь из радиальной функции распределения  $g(r)$ ?

1. Координационное число
2. Положение первого максимума
3. Вязкость жидкости
4. Средняя плотность
5. Энтальпия парообразования

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 4:** Какие признаки позволяют оптическим методом обнаружить полосу сдвига на поверхности металла?

1. Узкая яркая линия под отражённым светом
2. Изменение микротвёрдости вдоль линии
3. Повышенная шероховатость ( $Ra > 1 \mu m$ )
4. Локальный изгиб сетки травления
5. Царапина от механической обработки

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 5:** Какие экспериментальные методики фиксируют мартенситное превращение в стали?

1. Дилатометрия
2. DSC
3. Вискозиметрия
4. Магнитометрия
5. Рентгенография порошка

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 6:** Какие факторы повышают критическую скорость охлаждения стали?

1. Повышенное содержание углерода
2. Легирование никелем
3. Увеличение зерна аустенита
4. Легирование ванадием (карбидообраз.)
5. Предварительный холодный прокат

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 7:** Какие продукты реакции D+D чаще всего регистрируют в опытах холодного синтеза?

1. Нейтроны 2.45 МэВ
2. Протоны 3 МэВ
3.  $^3\text{He}$  0.82 МэВ
4.  $^4\text{He}$  ( $\alpha$ -частицы)
5. Гамма-кванты 14 МэВ

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 8:** Какие способы уменьшают радиационный фон при измерении нейтронов в лаборатории?

1. Свинцовая экранировка счётчика
2. Пластмассовый водородсодержащий замедлитель
3. Наложение временных «окон» (гейтов)
4. Антисовпадение с сигналами космических мюонов
5. Использование фотокатодного усиления

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 9:** Какие равенства верны для изотермического процесса идеального газа?

1.  $PV = \text{const}$
2.  $T = \text{const}$
3.  $\Delta U = 0$
4.  $q_{\text{rev}} = -w$

5.  $S = \text{const}$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 10:** Какие методы уменьшают вероятность кавитации во всасывающей линии насоса?

✓ **Выберите несколько правильных ответов:**

- A) Увеличение диаметра всасывающей трубы
- B) Установка насоса ниже уровня жидкости
- C) Повышение температуры перекачиваемой жидкости
- D) Уменьшение скорости вращения насоса
- E) Снижение высоты всасывания

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.1**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 11:** Какие из перечисленных превращений являются эндотермическими?

1. Плавление льда
2. Конденсация пара
3. Сублимация  $\text{CO}_2$
4. Горение метана
5. Растворение  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  в воде

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 12:** Какие гипотезы применимы в модели идеальной жидкости?

1. Вязкость отсутствует
2. Сжимаемость нулевая
3. Теплопроводность отсутствует
4. Изотропия свойств
5. Наличие вихрей постоянна

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 13:** Какие кристаллические системы относятся к кубической группе?

1. Простая кубическая (P)



2. Объёмно-центрированная (I)
3. Гексагональная плотноупакованная
4. Грань-центрированная (F)
5. Тетрагональная I

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 14:** Какие утверждения справедливы для частицы в прямоугольной бесконечно глубокой 1D яме?

1. Энергия квантуется  $\sim n^2$
2. Волновая функция нулевая на стенках
3. Вероятность нахождения равномерна
4. Расстояния между уровнями растут с  $n$
5. Средняя скорость равна нулю

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.3**

**Время на ответ: 7 мин.**

**Задание 15:** Какие методы повышают ударную вязкость аморфного полимера?

1. Добавка каучуковых частиц
2. Ориентационное вытягивание
3. Поверхностная плазменная обработка
4. Сополимеризация с эластомером
5. Отжиг выше  $T_g$

**Ответ:**

**Индикатор: ИОПК-1.2**

**Время на ответ: 8 мин.**

**Задание 16:** Какие условия необходимы для возникновения объемной плазменной резонансной частоты (Langmuir)?

1. Наличие свободных электронов
2. Квазинейтральность плазмы
3. Нулевая температура электронов
4. Высокая частота возмущения  $\omega \gg \nu_{\text{сoud}}$
5. Однородная плазма без магнитного поля

**Ответ:**

**Ключи к заданиям**

Номер вопроса	Ответ
1	1, 2, 4
2	1, 2, 4
3	1, 2, 4
4	1, 2, 4
5	1, 2, 4, 5
6	1, 3, 5
7	1, 3, 4
8	1, 2, 3, 4
9	1, 2, 3, 5
10	1, 2, 4
11	1, 3, 5
12	1, 3, 4
13	1, 2, 4
14	1, 2, 4
15	1, 4
16	1, 2, 4, 5