

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики


« 25 » 02 2025 г. Могильная Е.П.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине**

Физика фазовых переходов

(наименование учебной дисциплины, практики)

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

«Физика»

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик:

доцент  Харченко Е.И.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры физики

от 25 02 2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой  Корсунов К.А.

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Физика фазовых переходов»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. *Выберите один правильный ответ*

Свободная энергия Гельмгольца (изотермический потенциал) определяется выражением

А) $dU = TdS - pdV$

Б) $F = U - TS$

В) $H = U + PV$

Г) $G = U - TS + PV = F + PV = H - TS$

Д) $\mu = \mu(T, P) = \frac{G}{N}$

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

2. *Выберите один правильный ответ*

Тепловая функция или энтальпия (теплосодержание) определяется выражением

А) $dU = TdS - pdV$

Б) $F = U - TS$

В) $H = U + PV$

Г) $G = U - TS + PV = F + PV = H - TS$

Д) $\mu = \mu(T, P) = \frac{G}{N}$

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

3. *Выберите один правильный ответ*

Термодинамический потенциал Гиббса (свободная энергия Гиббса) или просто термодинамический потенциал определяется выражением

А) $dU = TdS - pdV$

Б) $F = U - TS$

В) $H = U + PV$

Г) $G = U - TS + PV$

Д) $\mu = \mu(T, P) = \frac{G}{N}$

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

4. Выберите один правильный ответ

Условия равновесия двух фаз химически однородного вещества определяются соотношением

А) $P_1 = P_2 = P_3, T_1 = T_2 = T_3, \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$.

Б) $q_{13} = q_{12} + q_{23}$

В) $\mu_1(T, P) = \mu_2(T, P)$

Г) $q = H_2 - H_1 = \Delta H_{\phi.n.}$

Д) $dG = -SdT + VdP + \mu_1dN_1 + \mu_2dN_2$

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

5. Выберите один правильный ответ

Свободная энергия системы со многими степенями свободы определяется соотношениями

А) $dU = TdS - \sum_i X_i dx_i, T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_{x_i}, X_i = - \left(\frac{\partial U}{\partial x_i} \right)_{S, x_i}$

Б) $dF = -SdT - \sum_i X_i dx_i, S = - \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_{x_i}, X_i = - \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \right)_{T, x_i}$

В) $dH = TdS + \sum_i x_i dX_i, T = \left(\frac{\partial H}{\partial S} \right)_{X_i}, x_i = \left(\frac{\partial H}{\partial X_i} \right)_{S, X'_i}$

Г) $dG = -SdT + \sum_i x_i dX_i; S = - \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T} \right)_{X_i}, x_i = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial X_i} \right)_{T, X_i}$

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

6. Выберите один правильный ответ

Энтальпия системы со многими степенями свободы определяется соотношениями

А) $dU = TdS - \sum_i X_i dx_i, T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_{x_i}, X_i = - \left(\frac{\partial U}{\partial x_i} \right)_{S, x_i}$

Б) $dF = -SdT - \sum_i X_i dx_i, S = - \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_{x_i}, X_i = - \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \right)_{T, x_i}$

В) $dH = TdS + \sum_i x_i dX_i, T = \left(\frac{\partial H}{\partial S} \right)_{X_i}, x_i = \left(\frac{\partial H}{\partial X_i} \right)_{S, X'_i}$

$$\Gamma) dG = -SdT + \sum x_i dX_i; S = -\left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_{x_i}, x_i = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial X_i}\right)_{T, x_i}$$

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

7. Выберите один правильный ответ

Термодинамический потенциал системы со многими степенями свободы определяется соотношениями

$$\text{А) } dU = TdS - \sum_i X_i dx_i, T = \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{x_i}, X_i = -\left(\frac{\partial U}{\partial x_i}\right)_{S, x_i}$$

$$\text{Б) } dF = -SdT - \sum_i X_i dx_i, S = -\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_{x_i}, X_i = -\left(\frac{\partial F}{\partial x_i}\right)_{T, x_i}$$

$$\text{В) } dH = TdS + \sum_i x_i dX_i, T = \left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_{x_i}, x_i = \left(\frac{\partial H}{\partial X_i}\right)_{S, x_i'}$$

$$\Gamma) dG = -SdT + \sum x_i dX_i; S = -\left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_{x_i}, x_i = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial X_i}\right)_{T, x_i}$$

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

8. Выберите один правильный ответ

Зависимость растворимости газов от давления определяется законом ...

А) Менделеева-Клапейрона;

Б) Рауля;

В) Генри;

Г) Вант-Гоффа

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

9. Выберите один правильный ответ

Закон Рауля гласит:

А) При неизменной температуре растворимость газов пропорциональна парциальному давлению его над раствором

Б) Осмотическое давление в слабых растворах подчиняется тем же законам, что и давление идеальных газов.

В) Относительное понижение давления насыщенного пара растворителя над поверхностью слабого раствора нелетучего вещества равно отношению числа молей растворенного вещества к числу молей растворителя.

Г) Активность равна отношению парциального давления пара компонента над раствором к давлению пара чистой жидкости

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Уравнение		Математическое выражение
1)	Уравнение Клапейрона-Менделеева	А)	$\left(P + \frac{a}{V_M^2}\right)(V_M - b) = RT,$
2)	Уравнение Ван-дер-Ваальса для 1 моля газа	Б)	$\left(P + \frac{m^2}{M^2} \frac{a}{V^2}\right)\left(V - \frac{m}{M}b\right) = \frac{m}{M}RT.$
3)	Уравнение Ван-дер-Ваальса для произвольной массы газа	В)	$\left(P' + \frac{3}{V'^2}\right)(3V' - 1) = 8T'$
4)	Уравнение Ван-дер-Ваальса в приведенных параметрах	Г)	$PV = \frac{m}{M}RT.$

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Уравнение		Математическое выражение
1)	Уравнение Клапейрона-Клаузиуса	А)	$P = P_0 \exp\left\{\frac{Mq}{R}\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}\right)\right\}$
2)	Уравнение кривой для равновесия твердое тело – жидкость	Б)	$P = P_1 \exp\left\{-\frac{\Delta H_{\text{субл}}}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1}\right)\right\}$
3)	Уравнение для перехода твердое тело-газ	В)	$\frac{dP}{dT} = \frac{q}{T(\nu_2 - \nu_1)}$
4)	Зависимость давления насыщенного пара от температуры	Г)	$P = P_1 + \frac{q}{\Delta \nu_{\text{пл}}} \ln \frac{T}{T_1}$

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Г	Б	Ф

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Установите правильную последовательность описания процесса испарения.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

А) Вследствие этого уменьшается средняя кинетическая энергия оставшихся молекул

Б) При испарении наиболее быстрые молекулы, преодолев притяжение других молекул вещества, покидают его.

В) Температура тела понижается.

Г) Это количество теплоты называется теплотой испарения или парообразования.

Д) Для поддержания процесса испарения необходимо сообщать телу определенное количество теплоты.

Правильный ответ: Б, А, В, Д, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Функции независимых переменных – макроскопических параметров системы, которые описывают ее термодинамическое состояние называют _____ .

Правильный ответ: термодинамическими потенциалами

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

2. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

_____ называется макроскопическая, физически однородная часть вещества, отделенная от остальных частей системы границами раздела так, что может быть извлечена из системы механическим путем.

Правильный ответ: Фазой

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

3. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Переход из твердого состояния непосредственно в жидкое называется _____ .

Правильный ответ: плавлением.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

4. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Фазовый переход, при котором химический потенциал изменяется непрерывно, без скачка $\mu_1 = \mu_2$, а его производные по температуре T и давлению P изменяются скачком, называется _____ .

Правильный ответ: фазовым переходом первого рода

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Переход вещества из одной фазы в другую называется _____ .

Правильный ответ: фазовым переходом / фазовым превращением.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

2. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Переход вещества из конденсированного состояния в газообразное называется _____ .

Правильный ответ: испарением / парообразованием.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

3. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Переход из твердого состояния непосредственно в газообразное называется _____ .

Правильный ответ: сублимацией / возгонкой.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

4. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Переход из жидкого состояния в твердое называется _____ .

Правильный ответ: затвердеванием / кристаллизацией

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

5. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Фазовые превращения, при которых первые производные химического потенциала $\mu(p, T)$ меняются скачкообразно, называются _____ .

Правильный ответ: фазовым переходом первого рода / фазовыми превращениями первого рода.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

6. Напишите пропущенное слово (словосочетание)

Фазовые превращения, при которых первые производные химического потенциала не имеют скачка, называются _____.

Правильный ответ: фазовым переходом второго рода / фазовыми превращениями второго рода

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Насыщенный водяной пар находится при температуре $t = 100^\circ\text{C}$ в цилиндрическом сосуде под невесомым поршнем. При медленном сдвигании поршня небольшая часть пара массы $\Delta m = 0,70 \text{ г}$ сконденсировалась. Какая работа была совершена над газом? Пар считать идеальным газом, объемом жидкости пренебречь. Давление насыщенных паров воды при $t = 100^\circ\text{C}$ равно 10^5 Па

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

При $t = 100^\circ\text{C}$ давление насыщенных паров воды $p = 10^5 \text{ Па}$. При конденсации пара объем газа уменьшается на $\Delta V = \Delta m RT / (pM)$. Поэтому совершенная работа равна

$$A = p\Delta V = \frac{\Delta m RT}{M} = 120,6 \text{ Дж}.$$

Ответ: $A = p\Delta V = \frac{\Delta m RT}{M} = 120,6 \text{ Дж}.$

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

2. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Какое количество тепла необходимо сообщить воде, кипящей при нормальном атмосферном давлении, чтобы превратить $m = 1 \text{ кг}$ воды в пар? Удельная теплота парообразования воды $q = 2,25 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$.

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

В соответствии с первым началом термодинамики выполняется соотношение $dQ = dU + dA$. Изменению внутренней энергии соответствует тепло, поглощенное в процессе испарения и равное произведению массы жидкости на удельную теплоту испарения: $dU = mq$. Работа же – это работа, совершаемая при постоянном давлении. Она равна $p\Delta V = mRT/M$. В результате получаем

$$Q = m \left(q + \frac{RT}{M} \right) = 2,4 \text{ МДж}.$$

Ответ: $Q = m \left(q + \frac{RT}{M} \right) = 2,42 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 2,42 \text{ МДж}.$

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

3. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

На какую величину возросло бы давление воды на стенки сосуда, если бы исчезли силы притяжения между ее молекулами? $a = 0,554 \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^6}{\text{моль}^2}$

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

В соответствии с уравнением Ван-дер-Ваальса дополнительное давление Δp , вызываемое взаимодействием молекул друг с другом, определяется соотношениями:

$$V_M = \frac{m_M}{\rho} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3; \Delta p = \frac{v^2 a}{V^2} = \frac{a}{V_M^2} = 1,7 \cdot 10^9 \text{ Па}.$$

Здесь m_M – масса одного моля вещества, для воды $m_M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$, V_M – объем одного моля, ρ – плотность воды ($\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$), a – постоянная Ван-дер-Ваальса.

Ответ: $\Delta p = \frac{v^2 a}{V^2} = \frac{a}{V_M^2} = 1,7 \cdot 10^9 \text{ Па}.$

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Физика фазовых переходов» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии института технологий и
инженерной механики



Ясуник С.Н.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)