

Автор: Орлов В.А. Изд.: Интеллект-Центр, 2022 г. Серия: Единый государственный экзамен Жанр: ЕГЭ. Физика.  
<https://intellektcenter.ru/goods/Orlov-V-A-Hannanov-N-K-Fizika-eGe-2022-Gotovimsya-k-itogovoj-attestacii>  
<https://www.litres.ru/vladimir-alekseevich/fizika-edinyy-gosudarstvennyy-ekzamen-gotovi-63943806/>

Автор: Орлов В.А. Изд.: Интеллект-Центр, 2022 г. Серия: Единый государственный экзамен Жанр: ЕГЭ. Физика.  
<https://intellektcenter.ru/goods/Orlov-V-A-Hannanov-N-K-Fizika-eGe-2022-Gotovimsya-k-itogovoj-attestacii>  
<https://www.litres.ru/vladimir-alekseevich/fizika-edinyy-gosudarstvennyy-ekzamen-gotovi-63943806/>

**Н.К. Ханнанов, В.А. Орлов**

# **ФИЗИКА**

## **ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**

**ГОТОВИМСЯ К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

*Электронное издание*



Москва  
Издательство «Интеллект-Центр»

## СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ ВАРИАНТОВ

### *Десятичные приставки*

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	сантиметры	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

### *Константы*

Число $\pi$	$\pi = 3,14$
Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
Модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### *Соотношение между различными единицами*

Температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

### *Масса частиц*

Электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
Протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
Нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

### ***Плотность***

Воды	1000 кг/м <sup>3</sup>
Древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>
Керосина	800 кг/м <sup>3</sup>
Подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
Алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
Железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
Ртутя	13 600 кг/м <sup>3</sup>

### ***Удельная теплоёмкость***

Воды	4,2 · 10 <sup>3</sup> Дж/(кг · К)
Льда	2,1 · 10 <sup>3</sup> Дж/(кг · К)
Железа	460 Дж/(кг · К)
Свинца	130 Дж/(кг · К)
Алюминия	900 Дж/(кг · К)
Меди	380 Дж/(кг · К)
Чугуна	500 Дж/(кг · К)

### ***Удельная теплота***

Парообразования воды	2,3 · 10 <sup>6</sup> Дж/кг
Плавления свинца	2,5 · 10 <sup>4</sup> Дж/кг
Плавления льда	3,3 · 10 <sup>5</sup> Дж/кг

### ***Нормальные условия***

Давление	10 <sup>5</sup> Па
Температура	0 °С

### ***Молярная масса***

Азота	28 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Аргона	40 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Водорода	2 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Воздуха	29 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Воды	18 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Гелия	4 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Кислорода	32 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Лития	6 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Неона	20 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
Углекислого газа	44 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль

## ЗАДАНИЯ НА ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО ОТВЕТА, СОПОСТАВЛЕНИЕ И МНОЖЕСТВЕННЫЙ ВЫБОР (задания № 1–22 в вариантах КИМ ЕГЭ)

### Тематический блок № 6 «Термодинамика идеального газа»

#### Ученику на заметку

Данный тематический блок включает в себя рассмотрение понятий сразу двух разделов Кодификатора элементов содержания. В вариантах КИМ представления по этим разделам часто перемешаны. Согласно Кодификатору требуется выполнение заданий, требующих знания следующих понятий:

1. Модель идеального газа в термодинамике. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа

$$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \nu c_V T.$$

2. Тепловое равновесие и температура. Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Количество теплоты.
3. Элементарная работа в термодинамике:

$$A = p\Delta V.$$

Вычисление работы по графику процесса на  $pV$ -диаграмме.

4. Первый закон термодинамики

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$$

и его применение к изопроцессам над идеальным газом. Адиабата ( $Q_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = U_1 - U_2$ ). Термодинамика произвольных процессов над газом. Циклический процесс ( $\Delta U = 0$ ,  $A_{\text{цикл}} = Q_{\text{получ}} - Q_{\text{отд}}$ , вычисление работы по площади цикла на  $pV$ -диаграмме).

5. Принципы действия тепловых машин. Нагреватель, холодильник, рабочее тело тепловой машины. КПД тепловых машин

$$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - |Q_{\text{хол}}|}{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{хол}}|}{Q_{\text{нагр}}}$$

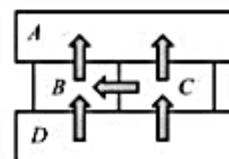
Цикл Карно. Максимальное значение КПД при заданных температурах нагревателя и холодильника

$$\max \eta = \eta_{\text{Карно}} = \frac{T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}}.$$

Второй закон термодинамики, необратимость.

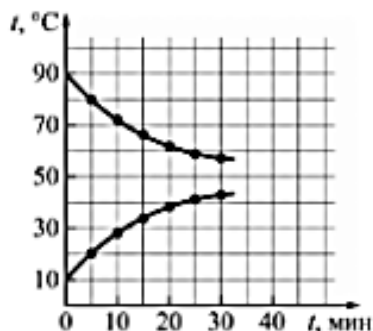
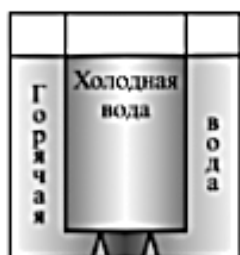
Ниже представлены различные формы заданий по данным темам.

6.1. Четыре металлических бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруску. Температуры брусков в данный момент  $100^\circ\text{C}$ ,  $80^\circ\text{C}$ ,  $60^\circ\text{C}$ ,  $40^\circ\text{C}$ . Какую температуру имеет брусок C?



Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$

6.2. Во внешний стакан калориметра была налита горячая вода, во внутренний – холодная (см. рисунок). Ученик начал строить графики зависимости температуры горячей и холодной воды от времени. Чему будет равна температура горячей и холодной воды в конце урока?



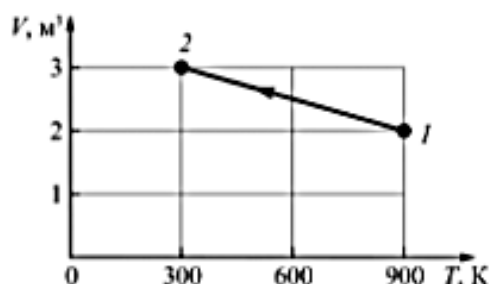
Температура горячей воды, °С	Температура холодной воды, °С

В бланк ответов в этом случае нужно вписать два числа подряд без пробела.

6.3. Идеальный газ совершил работу 400 Дж и при этом его внутренняя энергия увеличилась на 100 Дж. Чему равно количество теплоты, которое получил газ в этом процессе? Если газ отдал определенное количество теплоты, то запишите ответ со знаком «минус».

О т в е т: \_\_\_\_\_ Дж

6.4. На рисунке показан график зависимости объёма одноатомного идеального газа от температуры при постоянной массе. Давление газа в состоянии 1 равно 100 кПа. Чему равно изменение внутренней энергии газа при переходе из состояния 1 в состояние 2?



О т в е т: \_\_\_\_\_ кДж

6.5. Газ в цилиндре получает от нагревателя количество теплоты, равное 15 кДж и совершает работу 20 кДж. Чему равно изменение внутренней энергии в этом процессе?

О т в е т: \_\_\_\_\_ кДж

6.6. Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изотермическом процессе совершает работу  $A > 0$ . Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

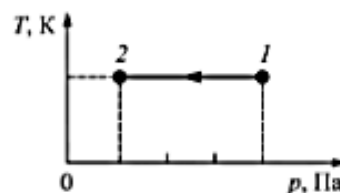
- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объем газа	Давление газа	Внутренняя энергия газа

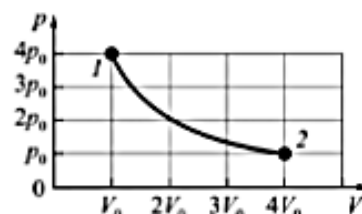
6.7. На  $Tp$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ получил количество теплоты 4 кДж. Чему равна работа, совершенная внешними силами?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж



6.8. На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объёма. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершил работу, равную 5 кДж. Чему равно количество теплоты, полученное газом при этом переходе?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж



6.9. Два моля аргона изотермически сжимают в сосуде с подвижным поршнем. Как зависит давление газа и его внутренняя энергия в этом процессе от его объёма  $V$ , если в начале процесса давление газа равно  $p_0$ , а его объём равен  $V_0$ ? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, отражающими эту зависимость.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

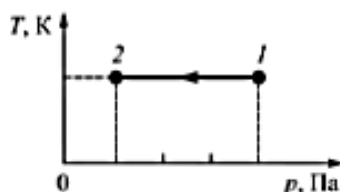
Физическая величина	Формула для вычисления
А) давление газа $p(V)$	1) $\frac{3}{2} p_0 V_0$
Б) внутренняя энергия газа $U(V)$	2) $\frac{2}{3} \frac{p_0 V_0}{V}$
	3) $\frac{p_0 V_0}{V}$
	4) $\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0}$

Ответ:

А	Б

6.10. Одноатомный идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). В ходе процесса газ получает количество теплоты 3 кДж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж



6.11. В процессе расширения 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура гелия, его давление и объём?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится.

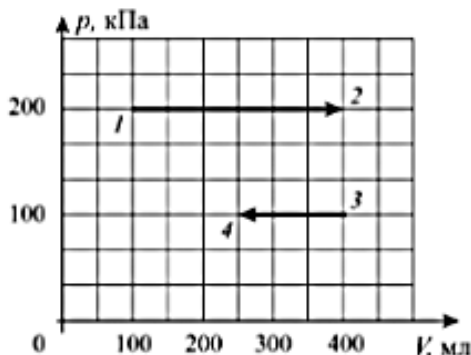
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия	Объём гелия

6.12. На рисунке приведены графики двух процессов, совершенных с одноатомным идеальным газом.

Выберите два верных утверждения об этих процессах.

- 1) Внутренние энергии газа в состояниях 1 и 2 равны.
- 2) Процесс 1-2 является процессом изобарного сжатия.
- 3) Модуль работы газа в процессе 1-2 в 4 раза превышает модуль работы газа в процессе 3-4.
- 4) В процессе 3-4 внутренняя энергия газа уменьшилась на 22,5 Дж.
- 5) В процессе 3-4 внутренняя энергия газа уменьшилась в 2 раза.



Ответ: 

--	--

6.13. На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль гелия. Графики построены в координатах  $V-T$  и  $p-V$ , где  $p$  – давление;  $V$  – объём и  $T$  – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

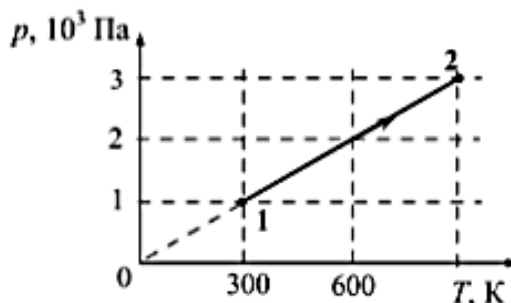
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Графики	Утверждения
<p style="text-align: center;">А</p>	<p style="text-align: center;">Б</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается</li> <li>2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты</li> <li>3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу</li> <li>4) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается</li> </ol>

Ответ: 

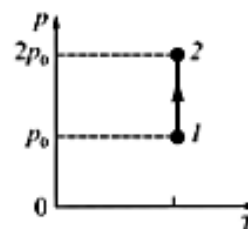
А	Б

6.14. Неизменная масса гелия нагревалась так, что давление газа менялось в соответствии с диаграммой, показанной на рисунке. Если при переходе из состояния 1 в состояние 2 газ получил количество теплоты, равное 20 кДж, то на сколько килоджоулей возросла его внутренняя энергия?



Ответ: \_\_\_\_\_ кДж

6.15. На  $pT$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдает 50 кДж теплоты. Чему равна работа внешних сил?

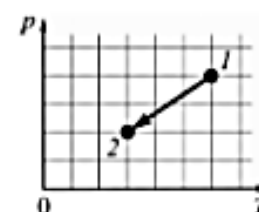


Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

6.16. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объемом  $0,6 \text{ м}^3$  с жесткими стенками. При нагревании его внутренняя энергия увеличилась на 18 кДж. Чему равно изменение давления газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа

6.17. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как поведут себя давление газа, его объем и внутренняя энергия в ходе указанного на диаграмме процесса? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

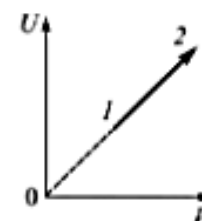


- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Объем газа	Внутренняя энергия газа

6.18. На рисунке показан процесс изменения состояния одного моля одноатомного идеального газа ( $U$  – внутренняя энергия газа;  $p$  – его давление). Как изменяются в ходе этого процесса объём и абсолютная температура газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Температура газа

6.19. Одноатомный идеальный газ в количестве 6 моль поглощает количество теплоты  $Q$ . При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна 1 кДж. Чему равно количество теплоты, поглощённое газом? Ответ округлить до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж



6.20. Четыре моль одноатомного идеального газа находятся в герметичном закрытом сосуде постоянного объёма ( $V = 83,1$  л). Газ начинают охлаждать. Как зависят от температуры внутренняя энергия газа  $U(T)$  и его давление  $p(T)$ ? Установите соответствие между названиями физических величин, меняющихся в процессе, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры  $T$  газа (все значения величин в формулах указаны в единицах СИ).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физическая величина	Формула для вычисления
А) внутренняя энергия газа $U(T)$	1) $\frac{400}{T}$
Б) давление газа $p(T)$	2) $49,86T$
	3) $400T$
	4) $\frac{49,86}{T}$

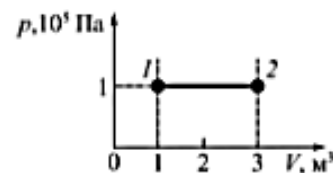
Ответ:

А	Б

6.21. При изобарном нагревании одноатомный идеальный газ получил количество теплоты, равное 100 Дж. Каково изменение внутренней энергии газа, если его масса не менялась?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

6.22. На рисунке представлен график зависимости давления идеального одноатомного газа от его объема. Газ получил 500 кДж теплоты. На сколько при этом увеличилась внутренняя энергия газа?

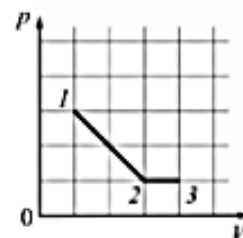


Ответ: \_\_\_\_\_ кДж

6.23. В результате изобарного сжатия гелия внешние силы совершили работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано от газа окружающим телам при таком сжатии?

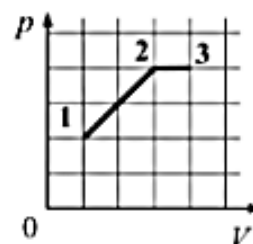
Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

6.24. На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа  $A_{12}/A_{23}$  на этих двух отрезках  $pV$ -диаграммы?



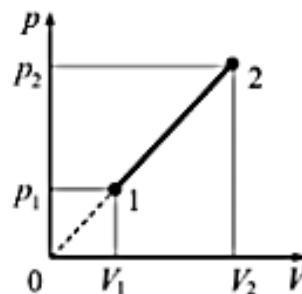
Ответ: \_\_\_\_\_

6.25. Давление и объем газа в закрытом сосуде с подвижным поршнем менялись так, как показано на рисунке. Чему равно отношение работ газа  $A_{12}/A_{23}$  при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3?



Ответ: \_\_\_\_\_

6.26. С гелием в количестве 1 моль проводят процесс, диаграмма которого в координатах  $p$ - $V$  показана на рисунке. В точке 1 давление газа  $p_1 = 100$  кПа, объем  $V_1 = 10$  л. В точке 2 объем  $V_2 = 30$  л. Рассчитайте работу, совершенную гелием при переходе из состояния 1 в состояние 2?



О т в е т: \_\_\_\_\_ кДж

6.27. Начальная температура газа 200 К. Какое количество теплоты нужно передать молю одноатомного газа, чтобы вдвое увеличить его объем в изобарном процессе?

О т в е т: \_\_\_\_\_ Дж

6.28. В закрытом подвижном легким поршнем сосуде находится аргон. Однако прилегание поршня к стенкам не идеальное. Когда сосуд с газом нагрели так, что температура возросла в 3 раза, а объем в 2 раза, давление в нем осталось прежним. Во сколько раз при этом возросла внутренняя энергия газа в сосуде?

О т в е т: \_\_\_\_\_

6.29. В цилиндрическом сосуде подвижный поршень может перемещаться без трения в горизонтальном направлении. В сосуде находится гелий. Поршень в равновесии. Сосуд с газом медленно охлаждают, и газ отдает в окружающее пространство количество теплоты  $|Q| = 75$  Дж. При этом поршень перемещается на расстояние  $x = 20$  см. Чему равна площадь поперечного сечения поршня, если атмосферное давление  $p = 100$  кПа?

О т в е т: \_\_\_\_\_ см<sup>2</sup>

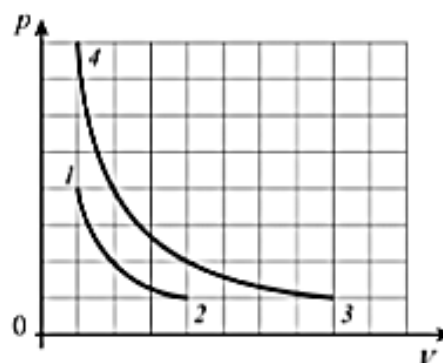
6.30. При постоянном давлении гелий нагрели, в результате чего он получил количество теплоты равное 4155 Дж? Масса гелия 0,04 кг. На сколько градусов увеличилась температура газа?

О т в е т: на \_\_\_\_\_ К

6.31. На рисунке показаны диаграммы двух процессов в координатах  $p$ - $V$ .

Выберите два верных утверждения о характеристиках этих процессов.

- 1) Процесс 3-4 – это процесс изотермического расширения.
- 2) Температура на всех участках процесса 1-2 больше температуры на всех участках процесса 3-4.
- 3) Изменение внутренней энергии газа в процессе 3-4 положительно.
- 4) Изменение внутренней энергии газа в процессе 1-2 равно нулю.
- 5) Работа внешних сил в процессе 3-4 положительна.



О т в е т:

6.32. Выберите два верных утверждения об изопроцессах, проводимых с идеальным одноатомным газом, если:

$k$  – постоянная Больцмана,

$N$  – число молекул газа,

$p$  – давление газа,

$V$  – объём газа,

$T$  – абсолютная температура газа.

1) При изохорном нагревании  $pV = const$ .

2) При изохорном нагревании  $p/T = const$ .

3) При изобарном нагревании  $VT = const$ .

4) При изохорном нагревании от температуры  $T$  до температуры  $3T$  газу сообщается количество теплоты  $3NkT$ .

5) Количество теплоты, сообщенное газу при изобарном нагревании от температуры  $T$  до температуры  $2T$ , в 2 раза больше, чем при изохорном нагревании от  $T$  до  $2T$ .

О т в е т:

--	--

6.33. Выберите два верных утверждения об изменении термодинамических величин в ходе процесса  $ABC$  (см. рис.), показанного на рисунке стрелками. Кривые 1 и 2 представляют собой графики двух изопроцессов в координатах  $p$ - $V$ .

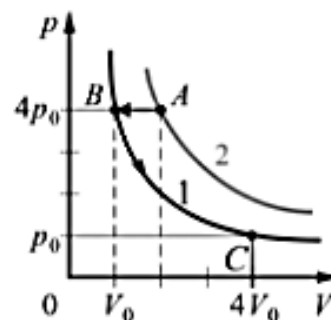
1) В процессе  $AB$  внутренняя энергия газа снижается в 4 раза.

2) В процессе  $AB$  работа газа положительна.

3) В процессе  $BC$  внутренняя энергия газа растет.

4) В процессе  $BC$  работа газа равна количеству теплоты, подведенному к газу.

5) В процессе  $ABC$  работа газа положительна.



О т в е т:

--	--

6.34. Сосуд разделен на две равные части неподвижной пористой перегородкой из керамики с малой теплопроводностью. Левая его половина заполнена гелием, правая – неоном. Начальное давление газов одинаково, но температура гелия ниже, чем температура неона. Перегородка проницаема для гелия и непроницаема для неона.

Выберите два верных утверждения о процессах, происходящих в системе.

1) Температуры газов в обеих половинах сосуда выравниваются.

2) Давление в правом сосуде в конечном состоянии будет ниже, чем давление в левом.

3) Концентрация молекул в начальном состоянии ниже в левом сосуде.

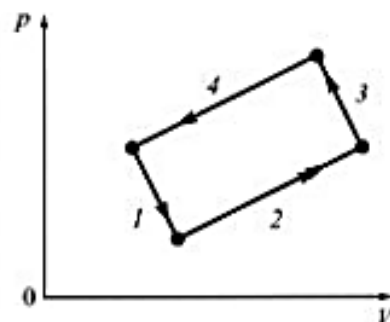
4) Внутренняя энергия молекул гелия в начальном состоянии выше, чем внутренняя энергия молекул неона.

5) Число молекул в правой и левой частях сосуда в конечном состоянии окажется одинаковым.

О т в е т:

--	--

6.35. На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных процессов изменения состояния 2 моль идеального газа. Какие процессы связаны с наименьшим положительным значением работы газа и наибольшим положительным значением работы внешних сил?



Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Процессы	Номера процессов
А) работа газа положительна и минимальна	1) 1
Б) работа внешних сил положительна и максимальна	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

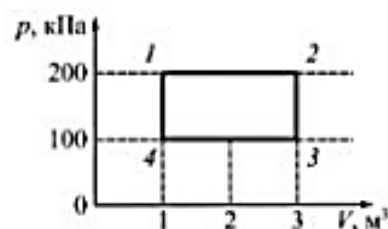
6.36. Используя рис. к заданию 6.35, выберите два верных утверждения о процессах, происшедших с газом.

- 1) Работа газа за цикл положительна.
- 2) Модуль работы газа на участке 4 меньше, чем на участке 2.
- 3) Внутренняя энергия газа на участке 2 увеличивалась.
- 4) Плотность газа на участке 3 возрастала.
- 5) На участке 2 газ отдал внешним телам некоторое количество теплоты.

Ответ:

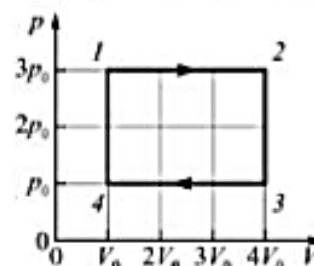
--	--

6.37. Чему равна работа газа за термодинамический цикл 1–2–3–4–1 (см. рисунок)?



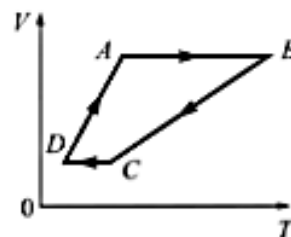
Ответ: \_\_\_\_\_ кДж

6.38. Работа газа за цикл, показанный на рисунке, равна 1200 Дж. Чему равна работа газа в процессе 1–2?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

6.39. На рисунке приведён цикл, осуществляемый с одним молем идеального газа.  $U$  – внутренняя энергия газа,  $A$  – работа, совершаемая газом,  $Q$  – сообщённое газу количество теплоты (если газ отдаёт количество теплоты внешним телам, то  $Q < 0$ ). Поставьте в соответствующие участки цикла и знаки термодинамических величин.

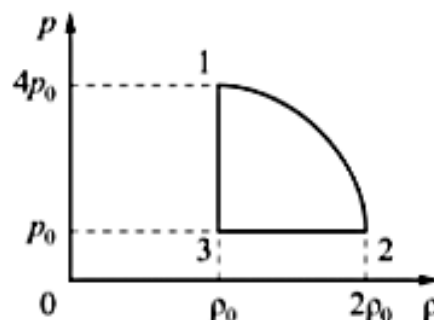


Участок процесс	Знаки термодинамических величин
А) $DA$ Б) $AB$	1) $\Delta U < 0, A > 0, Q > 0;$ 2) $\Delta U > 0, A > 0, Q > 0;$ 3) $\Delta U = 0, A > 0, Q > 0;$ 4) $\Delta U > 0, A = 0, Q > 0.$

Ответ:

А	Б

6.40. На рисунке изображена диаграмма циклического процесса в координатах  $p - \rho$  ( $p$  – давление газа,  $\rho$  – его плотность). Какие два утверждения об этапах этого процесса являются верными?



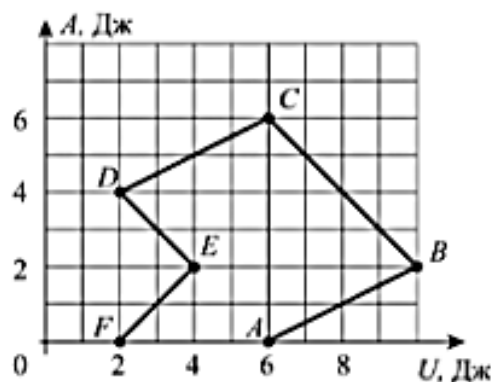
- 1) В процессе 1–2 объём газа уменьшился в 2 раза.
- 2) В процессе 1–2 работа газа равна нулю.
- 3) В состоянии 3 температура газа минимальна.
- 4) В процессе 2–3 газ совершил положительную работу.
- 5) В процессе 3–1 объём газа уменьшился в 4 раза.

Ответ:

--	--

6.41. При проведении процесса с 2 молями газа рассчитывали внутреннюю энергию газа  $U$  и работу газа  $A$ . По результатам эксперимента была построена диаграмма, показанная на рисунке. Начало процесса обозначено буквой  $A$ , конец – буквой  $F$ .

Установите соответствие между названиями процессов и участками процесса, начало и конец которых обозначены на диаграмме соответствующими буквами. В ответ запишите цифры, обозначающие номер участка на диаграмме, приведенные в правом столбце таблицы.



Название процесса	Участок на диаграмме
А) Адиабатное расширение	1) $AB$
Б) Адиабатное сжатие	2) $BC$
	3) $DE$
	4) $EF$

Ответ:

А	Б

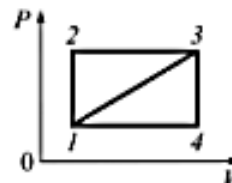
6.42. Тепловой двигатель получил за цикл от нагревателя количество теплоты 600 кДж. Какую работу за цикл он совершит, если его КПД 40%?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж

6.43. Тепловая машина за цикл совершает работу 20 Дж и отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 80 Дж. Чему равен КПД этой машины?

Ответ: \_\_\_\_\_ %

6.44. Рассматриваются два циклических процесса:  $1-2-3-1$  и  $1-3-4-1$ . Известно количества теплоты, полученные газом в процессе  $1-2$  ( $Q_1$ ) и  $2-3$  ( $Q_2$ ), а также модуль количества теплоты, отданной газом в процессе  $3-1$  цикла  $1-2-3-1$  ( $Q_3$ ). Поставьте в соответствие рассматриваемые циклы и формулы для вычисления КПД этих циклов.



Циклический процесс	КПД цикла
А) $1-2-3-1$ Б) $1-3-4-1$	1) $\frac{Q_1+Q_2}{Q_3}$ ; 2) $\frac{Q_1+Q_2-Q_3}{Q_3}$ ; 3) $\frac{Q_1+Q_2-Q_3}{Q_1+Q_2}$ ; 4) $\frac{Q_1-Q_3}{Q_2}$

Ответ:

А	Б

6.45. Двигатель внутреннего сгорания автомобиля потребляет  $m$  кг бензина на 100 км пути и развивает при этом механическую мощность  $N$ , имея скорость  $v$ . Поставьте в соответствие энергетические характеристики двигателя и формулы для их вычисления, если  $q$  – удельная теплота сгорания бензина и все величины в формулах выражены в СИ.

Характеристика двигателя	Формула для вычисления
А) Количество теплоты, выбрасываемой в атмосферу на 100 км пути Б) КПД двигателя	1) $\frac{10^5 N}{vqm}$ ; 2) $\frac{qmv}{100N}$ ; 3) $qm - \frac{10^5 N}{v}$ ; 4) $qm$

Ответ:

А	Б

6.46. Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно 227 °С, а температура холодильника 27 °С. Рабочее тело двигателя совершает за цикл работу, равную 10 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж

6.47. Идеальный тепловой двигатель имеет температуру нагревателя 1000 К, температуру холодильника 300 К. Рассматривается два типа изменений, вносимых в работу такого двигателя. Первый раз температуру нагревателя повышают на 100 К при неизменной температуре холодильника. Второй раз температуру холодильника понижают на 100 К, оставляя прежней температуру нагревателя. Каково отношение коэффициента полезного идеального двигателя, полученного при втором изменении, к КПД того же двигателя, полученного при первом изменении?

Ответ: \_\_\_\_\_

6.48. Температуру холодильника идеальной тепловой машины увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины, количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы	Работа газа за цикл

6.49. Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна  $T_1$ , а температура холодильника равна  $T_2$ . За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты  $Q_1$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) КПД двигателя Б) Работа, совершаемая двигателем за цикл	1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$ ; 2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1}$ ; 3) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$ ; 4) $\frac{Q_1 T_2}{T_1}$

Ответ:

А	Б

6.50. В идеальной тепловой машине при переходе от одного режима в другой температура холодильника и количество теплоты, отдаваемое газом за цикл холодильнику, не изменились, а температура нагревателя возросла. Как изменились при переходе на новый режим КПД тепловой машины и количество теплоты, получаемое газом за цикл от нагревателя?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

6.51. Температура нагревателя у идеального теплового двигателя Карно равна 400 К. Температура холодильника 300 К. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл, если при этом двигатель совершает работу 16 кДж?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж

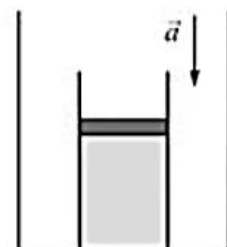
## Часть II

### ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ, ТРЕБУЮЩИЕ РАЗВЕРНУТОГО ОТВЕТА

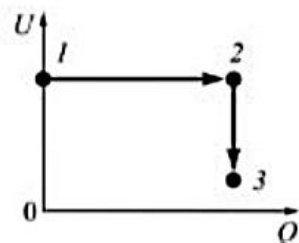


#### ЗАДАНИЯ, ПРОВЕРЯЮЩИЕ УМЕНИЕ ДАТЬ РАЗВЕРНУТЫЙ ОТВЕТ НА КАЧЕСТВЕННЫЙ ВОПРОС

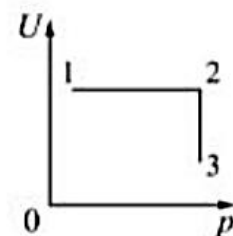
9. В лифте небоскреба установлен сосуд, в котором может без трения перемещаться тяжёлый поршень, плотно прилегающий к стенкам сосуда. В начальный момент времени лифт и поршень покоятся относительно стен здания. Объясните, куда сместится поршень относительно сосуда после начала движения лифта, в ходе длительной стадии равноускоренного движения вниз. Как при этом изменится температура газа в сосуде, если стенки сосуда плохо проводят тепло? Укажите, какие законы механики и молекулярной физики вы использовали для объяснения.



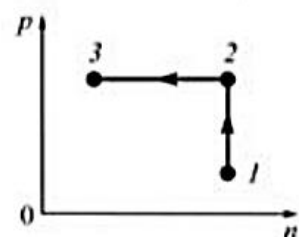
10. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии  $U$  идеального газа, находящегося в сосуде с подвижным поршнем, и количество теплоты  $Q$ , передаваемое газу. Как меняется объем газа в процессах 1–2 и 2–3? Укажите в ответе, какие физические законы и свойства идеального газа вы использовали для объяснения.



11. На рисунке в координатах  $p - U$ , ( $U$  – внутренняя энергия,  $p$  – давление газа) приведена диаграмма процесса, проводимого с 1 молем одноатомного идеального газа. Опишите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3, используя законы термодинамики и уравнение состояния идеального газа.

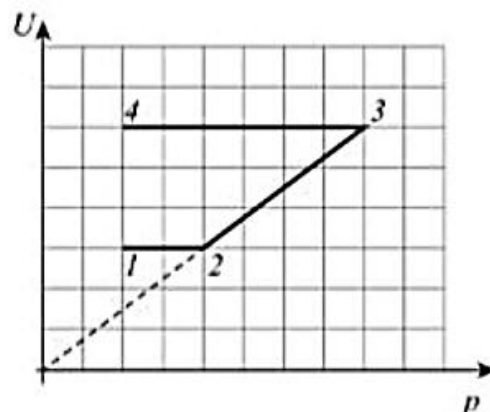


12. На рисунке изображена диаграмма процесса, проводимого с 2 молями гелия ( $p$  – давление газа,  $n$  – его концентрация). Поясните, опираясь на законы физики, отдает или получает газ теплоту в процессах 1–2 и 2–3.



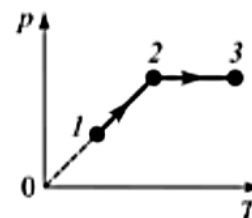


13. На рисунке приведена зависимость внутренней энергии определенной массы идеального газа от давления. Постройте график процесса в координатах  $p$ - $V$ , соблюдая масштаб, и укажите, на каком из участков работа газа максимальна по модулю.

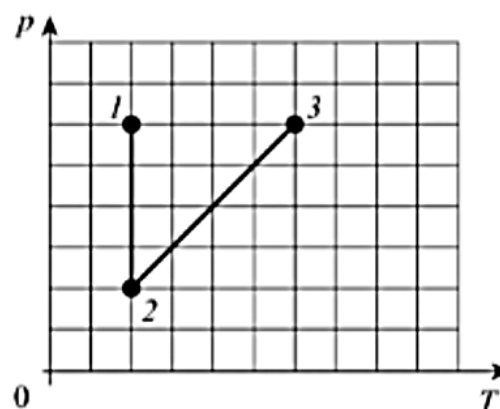


### ЗАДАНИЯ, ПРОВЕРЯЮЩИЕ УМЕНИЕ ДАТЬ РАЗВЕРНУТОЕ РЕШЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ЗАДАЧИ

36. На рисунке представлен график процесса, совершенного с 1 молем одноатомного идеального газа. Какое количество теплоты было передано газу в процессе  $1-2-3$ , если известно, что давление  $p$  газа в процессе  $1-2$  возросло в 2 раза, а температура  $T$  при переходе из состояния 1 в состоянии 3 возросла в три раза и достигла величины 900 К?



37. Над одним молем аргона, находящегося при температуре 27 °С, совершен процесс 1-2-3, показанный на рисунке. На участке 1-2 давление газа упало в 3 раза, при этом газ совершил работу 2,75 кДж. Чему равно количество теплоты, полученное газом в процессе 1-2-3?



38. Гелий в количестве 1 моль находится в цилиндре при температуре  $T_1 = 600$  К и давлении  $p_1 = 4 \cdot 10^5$  Па. Одновременное расширение и охлаждение газа приводит к тому, что в ходе процесса его давление обратно пропорционально квадрату объёма. Какое количество теплоты отдал гелий при расширении внешним телам, если он, расширившись в два раза, совершил работу  $A = 2493$  Дж?

39. Пористая неподвижная перегородка делит теплоизолированный сосуд на две равные части. Перегородка проницаема для атомов гелия и не позволяет проникать через нее атомам аргона. В начале наблюдения в левой части находится 1 моль гелия, а в правой – 1 моль аргона. Температуры гелия и аргона равны  $T = 300$  К. Чему равно отношение внутренней энергии газа, находящегося в левой половине сосуда, к внутренней энергии газа, находящейся в правой половине, после установления термодинамического равновесия?

40. Тонкая перегородка делит сосуд на части, отношение объёмов которых  $V_1/V_2 = 0,5$ . Обе части сосуда заполнены аргоном. Давление в первой части  $p_0$ , во второй –  $4p_0$ . Рассчитайте давление в сосуде после того, как перегородка будет убрана?

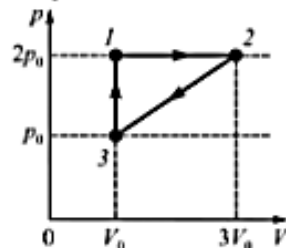
41. Теплоизолированный сосуд объемом  $2 \text{ м}^3$  разделен тонкой стенкой с плохой теплопроводностью на две одинаковые камеры. В левой камере находится  $\nu_1 = 1$  моль гелия при температуре  $T_1 = 400$  К; во второй –  $\nu_2 = 3$  моль неона при температуре  $T_2$ . В некоторый момент в стенке возникает трещина и через достаточно длительный промежуток времени обнаруживается, что давление в сосуде стало равным  $p = 5,4$  кПа. Чему равнялась температура неона до образования трещины?

42. В начальный момент времени подвижный теплопроводящий поршень делит теплоизолированный цилиндрический сосуд на две равные части и находится в механическом равновесии. В левой части цилиндра находится гелий при температуре 300 К, в правой – аргон при температуре 900 К. Во сколько раз изменится объём, занимаемый аргоном, после установления теплового равновесия? Трения нет, теплоёмкость цилиндра и поршня пренебрежимо малы.

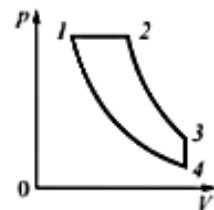
43. Трубку длиной 60 см, запаянную с одного конца, погружают в ртуть вертикально, открытым концом вниз. Температура в трубке не меняется. При какой глубине погружения трубки в ней выпадет роса? Атмосферное давление 76 см ртутного столба, относительная влажность 80%, давление насыщенных паров при этой температуре 2 кПа.

44. До какого объема следует надуть шар гелием, чтобы он мог поднять оборудование массой 10 кг в круглом герметичном контейнере объемом  $2 \text{ м}^3$  на высоту 2 км, где давление 80 кПа, а температура  $2^\circ\text{C}$ . Упругостью оболочки шара и ее массой можно пренебречь.

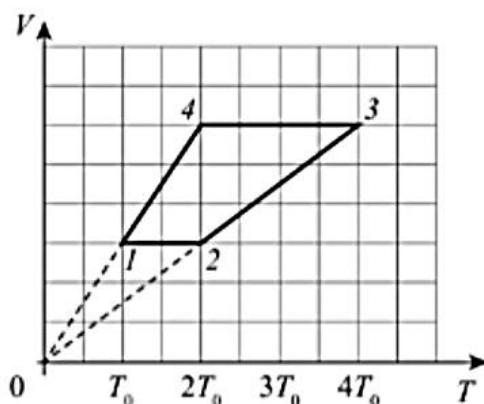
45. На рисунке показан циклический процесс, совершаемый с одноатомным идеальным газом. Количество теплоты, полученной газом за цикл, равно 10 кДж. Рассчитайте работу, совершенную газом за цикл.



46. На  $pV$ -диаграмме изображен цикл работы теплового двигателя. Он состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. КПД этого цикла  $\eta = 15\%$ . Минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе  $t_{\min} = 37^\circ\text{C}$  и  $t_{\max} = 302^\circ\text{C}$ . Определите количество теплоты, получаемое газом за цикл, если в качестве рабочего вещества используется 1 моль аргона.




47. Определите КПД цикла 1-2-3-4, показанного на рисунке и проводимого с одноатомным идеальным газом.



50. Нарисуйте схематично в координатах  $p$ - $V$  циклический процесс, проводимый с одним молем идеального одноатомного газа и состоящий из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Выразите КПД тепловой машины, работающей по такому циклу, если работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна  $A$ , а в изохорном процессе температура газа понижается на  $\Delta T$ .

**СЕРИЯ ПОСОБИЙ**  
**Единый Государственный Экзамен**  
**Готовимся к итоговой аттестации**




**#ЕГЭучебник2022**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИНТЕЛЛЕКТ-ЦЕНТР»**  
предлагает серию пособий  
**«Готовимся к итоговой аттестации»:**  
**РУССКИЙ ЯЗЫК**  
**МАТЕМАТИКА. БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ**  
**МАТЕМАТИКА. ПРОФИЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ**  
**ФИЗИКА**  
**ХИМИЯ**  
**БИОЛОГИЯ**  
**ГЕОГРАФИЯ**  
**ИСТОРИЯ**  
**ОБЩЕСТВОЗНАНИЕ**  
**ЛИТЕРАТУРА**  
**ИНФОРМАТИКА**  
**АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК**  
**НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК**  
**ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК**

Каждый из предлагаемых предметных сборников предназначен для подготовки выпускников 2022 года к экзамену и включает: теоретические и справочные материалы, методические рекомендации, образцы решений и необходимое для оптимальной подготовки количество заданий, а также ответы ко всем заданиям.

Использование этих сборников создаёт основной фундамент подготовки к ЕГЭ, обеспечивает возможность эффективно повторять материал и готовиться к выпускным экзаменам.

Каждый предметный сборник включает новые варианты в формате ЕГЭ, ответы, решения и критерии оценивания заданий с развернутым ответом. Эти сборники обеспечивают эффективный тренинг в формате предстоящего экзамена.



[www.intellektcentre.ru](http://www.intellektcentre.ru)

Мы в соц. сетях: [vk.com/intellektcentre](https://vk.com/intellektcentre) [@intellektcentre](https://www.instagram.com/intellektcentre)

По вопросам оптовых закупок и заключения договоров обращайтесь по тел./факсу: + 7 (495) 660-34-53  
Ждём Ваших писем: 125445, Москва, ул. Смольная, д. 24А, этаж 6, ком. 24  
e-mail: [intellekt@izentr.ru](mailto:intellekt@izentr.ru)