

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Старикова А.Л.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсу лекций по физике

для студентов дневного отделения
механико-математического факультета

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

(обучающие тесты)

Ростов-на-Дону

2006

Методические указания разработаны кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры общей физики А.Л. Стариковой.

Печатается в соответствии с решением кафедры общей физики физического факультета РГУ, протокол № 20 от 11 апреля 2006 г.

1. Приведите в соответствие:

1) атомная единица массы $m_0=$	a) $6,02 \cdot 10^{23}$	г) кг
2) число Авогадро $N_A=$	б) 12	д) г/моль
3) молярная масса изотопа углерода ^{12}C $\mu_c=$	в) $1,66 \cdot 10^{-27}$	е) 1/моль

2. Сколько молекул содержится в m (г) вещества (μ -его молярная масса)?

- 1) $\frac{m}{\mu} \cdot N_A$ 2) $\frac{\mu}{m} \cdot N_A$ 3) N_A

3. Приведите в соответствие:

вещество:	молярная масса (г/моль):
1) кислород O_2	а) 18
2) водород H_2	б) 28
3) азот N_2	в) 32
4) воздух	г) 2
5) вода H_2O	д) 29

4. Сколько молей (ν) содержится в:

	$\nu=$
1) 4 г водорода	а) 2
2) 87 г воздуха	б) 3
3) 180 г воды	в) 5
	г) 10

5. Сколько молекул (N) содержится в:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1) 140 г азота | a) $20 \cdot N_A$ |
| 2) 160 г кислорода | б) $10 \cdot N_A$ |
| 3) 180 г воды | в) $5 \cdot N_A$ |

6. Какое значение температуры по шкале Кельвина соответствует температуре 100 °C ?

- 1) 173 К; 2) 273 К; 3) 373 К.

7. Из уравнения Менделеева-Клапейрона $pV = \frac{m}{\mu} RT$ - можно получить

выражение для – приведите в соответствие:

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 1) плотности газа $\rho =$ | a) $\frac{RT}{p\mu}$ |
| 2) удельного объема $V' =$ | б) $\frac{p\mu}{RT}$ |

8. В сосуде находится смесь: один моль азота (N_2) и один моль водорода (H_2). Сравните парциальные давления этих газов:

- 1) $P_{H_2} > P_{N_2}$ 2) $P_{H_2} < P_{N_2}$ 3) $P_{H_2} = P_{N_2}$

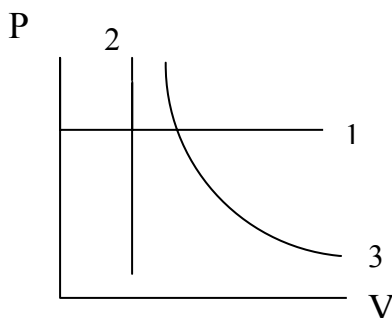
9. В сосуде находится смесь: один грамм азота (N_2) и один грамм водорода (H_2). Сравните парциальные давления этих газов:

- 1) $P_{H_2} > P_{N_2}$ 2) $P_{H_2} < P_{N_2}$ 3) $P_{H_2} = P_{N_2}$

10. В сосуде находится смесь: один моль азота (N_2) и два моля водорода (H_2). Сравните парциальные давления этих газов:

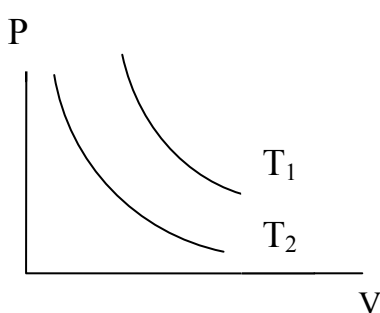
- 1) $P_{H_2} > P_{N_2}$ 2) $P_{H_2} < P_{N_2}$ 3) $P_{H_2} = P_{N_2}$

11. Приведите в соответствие:



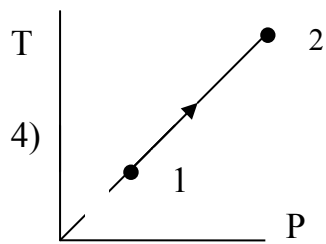
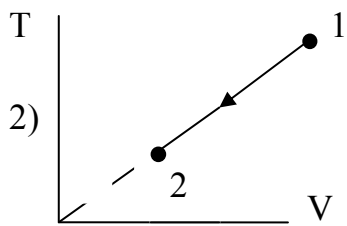
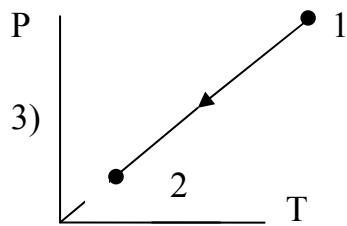
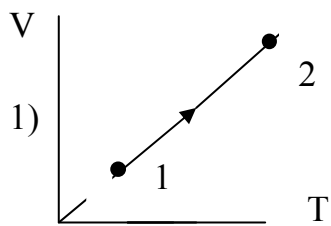
- а) изотермический процесс $T = \text{const}$
 б) изобарический процесс $p = \text{const}$
 в) изохорический процесс $V = \text{const}$

12. На рисунке изображены две изотермы. Укажите правильный ответ:



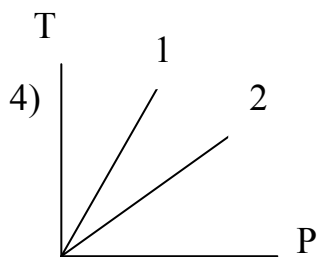
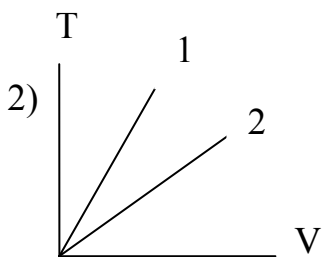
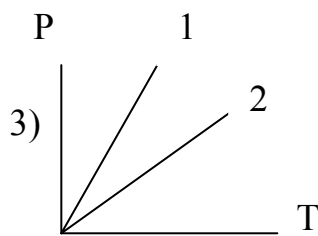
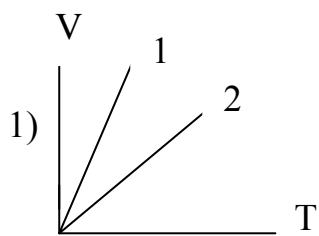
- а) $T_1 > T_2$
 б) $T_1 < T_2$
 в) $T_1 = T_2$

13. Газ переходит из состояния 1 в состояние 2. Приведите в соответствие:



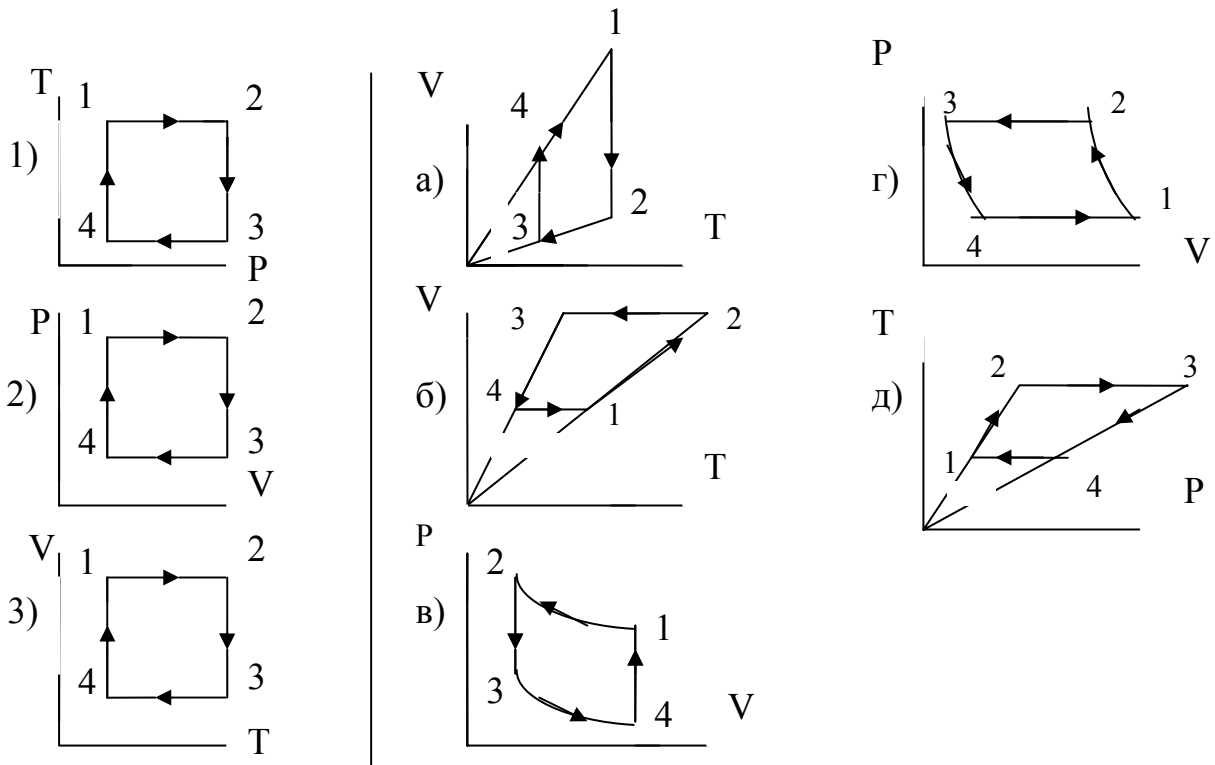
- а) изохорное
нагревание;
б) изохорное
охлаждение;
в) изобарное
нагревание;
г) изобарное
охлаждение.

14. Приведите в соответствие:

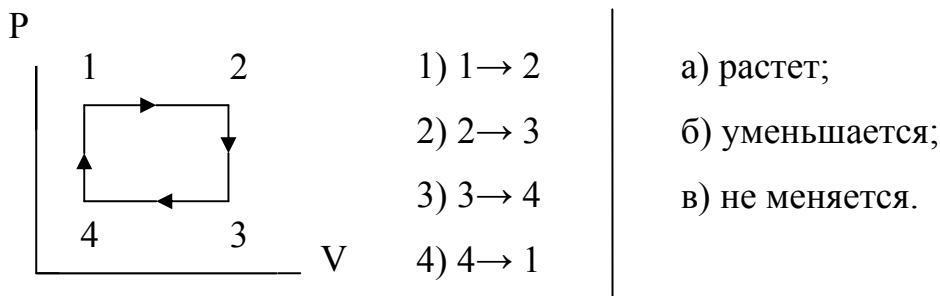


- а) $P_{1,2} = \text{const}; P_1 > P_2$
б) $P_{1,2} = \text{const}; P_1 < P_2$
в) $V_{1,2} = \text{const}; V_1 > V_2$
г) $V_{1,2} = \text{const}; V_1 < V_2$

15. Циклам, изображенным на рисунках левого столбца, приведите в соответствие те же циклы, изображенные на рисунках правого столбца.



16. Как меняется температура на участках цикла?



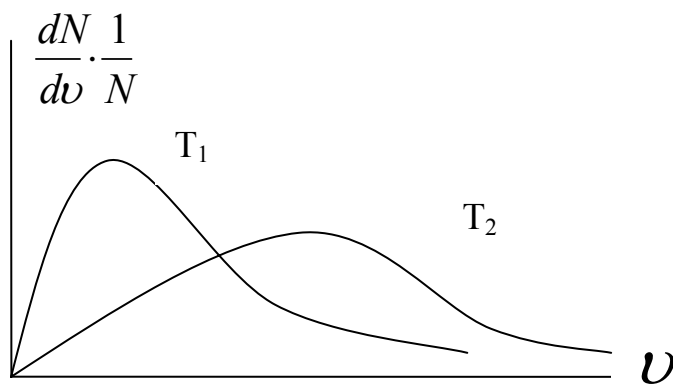
17. Приведите в соответствие:

- | | | |
|---|---|--------------------------------------|
| <p>1) Универсальная газовая постоянная $R=$</p> <p>2) Постоянная Больцмана $k=$</p> | <p>а) $1.38 \cdot 10^{-23}$</p> <p>б) 8.31</p> | <p>в) Дж/К</p> <p>г) Дж/(моль·К)</p> |
|---|---|--------------------------------------|

18. Составьте формулы:

- | | | |
|-------|---------------------------|------|
| 1) R= | a) $N_A \times$ | в) R |
| 2) k= | б) $\frac{1}{N_A} \times$ | г) k |

19. На рисунке приведены графики распределения молекул по скоростям для различных температур (масса газа - постоянна). Укажите правильные ответы:



- 1) $T_1 > T_2$;
- 2) $T_2 > T_1$;
- 3) $v_{\text{ср}}^{(1)} > v_{\text{ср}}^{(2)}$
- 4) $v_{\text{ср}}^{(1)} < v_{\text{ср}}^{(2)}$

($v_{\text{ср}}$ - наиболее вероятная скорость).

20. Закон распределения молекул по скоростям запишем в виде:

$$dN = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m}{2kT} \right)^{\frac{3}{2}} \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT} \right) v^2 dv$$

Приведите в соответствие физическую величину и её обозначение:

- | | |
|--------|--|
| 1) N | а) скорость одной молекулы; |
| 2) dN | б) число молекул, скорости которых лежат в интервале: $(v - dv) \div (v + dv)$; |
| 3) m | в) масса газа; |
| 4) v | г) масса одной молекулы; |
| | д) полное число частиц. |

21. Приведите в соответствие:

скорость:

1) наиболее вероятная v_B

2) средняя квадратичная v_{KB}

3) средняя арифметическая v_{CP}

а) $\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$

б) $\sqrt{\frac{3kT}{m}}$

в) $\sqrt{\frac{2kT}{m}}$

г) $\sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$

д) $\sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$

е) $\sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$

22. Приведите в соответствие обозначения физических величин в тесте 21:

1) m

2) μ

а) масса газа;

б) масса одной молекулы;

в) молярная масса.

23. Приведите в соответствие физический смысл, обозначение и размерность:

1) давление идеального газа

2) концентрация молекул

3) средняя кинетическая энергия одной молекулы

а) n

б) ε

в) p

г) Па

д) $1/m^3$

е) Дж

24. Составьте формулы:

1) $p =$

2) $\varepsilon =$

а) $\frac{2}{3} \times$

б) $\frac{3}{2} \times$

в) $n \times$

г) kT

д) $n\varepsilon$

25. В сосуде в состоянии теплового равновесия находится смесь азота (N_2) и водорода (H_2). Сравните скорости (V) молекул:

- 1) $V_{N_2} > V_{H_2}$; 2) $V_{N_2} < V_{H_2}$; 3) $V_{N_2} = V_{H_2}$.

26. В двух теплоизолированных сосудах находятся: в одном – азот (N_2), в другом – водород (H_2). Среднеквадратичные скорости молекул – одинаковы. Сравните температуры (T) газов:

- 1) $T_{N_2} > T_{H_2}$; 2) $T_{N_2} < T_{H_2}$; 3) $T_{N_2} = T_{H_2}$.

27. Запишите формулы:

1) средняя кинетическая энергия

одной молекулы $\varepsilon =$

2) внутренняя энергия одного моля $U_\mu =$

3) внутренняя энергия произвольной массы газа $U =$

а) $\frac{i}{2}kT \times$	б) $\frac{m}{\mu} N_A$
	в) 1
	г) N_A

28. Приведите в соответствие (физический смысл обозначений – см. тест 27):

1) $\varepsilon =$	а) $\frac{i}{2}RT$
2) $U_\mu =$	б) $\frac{i}{2}kT$
3) $U =$	в) $\frac{im}{2\mu}RT$

29. При изменении температуры (Т) воздуха в комнате, давление газа не меняется. Как изменится концентрация молекул (n) и внутренняя энергия (U) воздуха? Приведите в соответствие:

1) $T_2 > T_1$		а) $n_2 = n_1$		г) $U_2 > U_1$
2) $T_2 < T_1$		б) $n_2 > n_1$		д) $U_2 < U_1$
		в) $n_2 < n_1$		е) $U_2 = U_1$

30. Первое начало термодинамики

для процесса:

имеет вид:

1) изотермического		а) $Q = \Delta U$
2) изохорического		б) $Q = A$
3) изобарического		в) $Q = \Delta U + A$
4) адиабатического		г) $0 = \Delta U + A$

31. Приведите в соответствие теплоёмкость:

1) удельная $C_{уд} =$		а) $\frac{dQ}{\nu dT}$		в) $\frac{Дж}{кг \cdot К}$
2) молярная $C_{\mu} =$		б) $\frac{dQ}{m dT}$		г) $\frac{Дж}{моль \cdot К}$

32. Приведите в соответствие

Процессы в идеальном газе:

Молярная теплоемкость:

1) изохорический		а) 0
2) изотерический		б) $\frac{i}{2} R$
3) изобарический		в) $\frac{i+2}{2} R$
4) адиабатический		г) ∞

33. Приведите в соответствие обозначения физических величин в тестах 31, 32:

- | | | |
|------------|--|--------------------------------------|
| 1) ν - | | а) число степеней свободы; |
| 2) i - | | б) число молей; |
| 3) R - | | в) универсальная газовая постоянная; |
| | | г) молярная масса. |

34. Приведите в соответствие

модель газа:

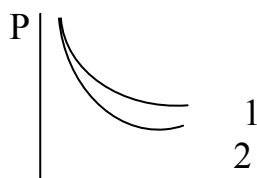
$i =$

- | | | | | |
|------------------------------|-----|--|------|------|
| 1) материальная точка | ● | | | |
| 2) "гантель" (жесткая связь) | ○—○ | | а) 6 | в) 5 |
| 3) "гантель" (упругая связь) | ○ ○ | | б) 7 | г) 3 |

35. Отношения удельных (молярных) теплоёмкостей $\gamma = C_p / C_v$ равно:

- 1) $\frac{i+2}{2}$; 2) $\frac{i+2}{i}$; 3) $\frac{i}{i+2}$.

36. Приведите в соответствие



- | | |
|-------------|--|
| 1) график 1 | |
| 2) график 2 | |

- процесс:
- а) изотермический
- б) адиабатический

V

37. Приведите в соответствие

при адиабатическом –

- 1) расширении
- 2) сжатии

температура идеального газа:

- а) повышается
- б) понижается

38. Приведите в соответствие

при адиабатическом –

- 1) расширении
- 2) сжатии

внутренняя энергия идеального газа:

- а) повышается
- б) понижается

39. Идеальный газ переходит из состояния (1) в состояние (2) и производит при этом работу A_{12} . Приведите в соответствие

Процесс:

- 1) изобарический
- 2) изотерический
- 3) изохорический
- 4) адиабатический

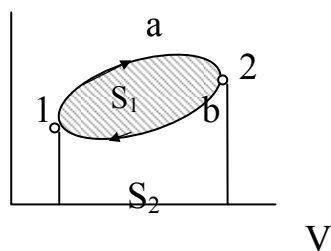
$A_{12} =$

- а) 0
- б) $P(V_2 - V_1)$
- в) $C_v(T_1 - T_2)$
- г) $C_v(T_2 - T_1)$

$$\text{д) } \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

40. Привести в соответствие

P



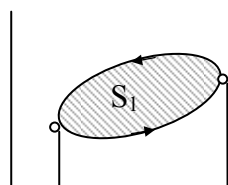
работа идеального газа

равна площади

- 1) при расширении 1a2
- 2) при сжатии 2b1
- 3) цикла 1a2b1

- а) S_1
- б) S_2
- в) $(-S_2)$

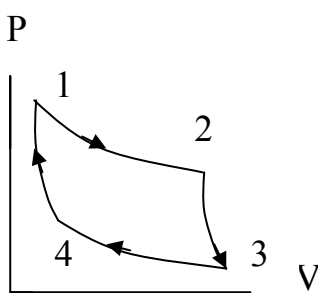
г) $(S_1 + S_2)$



41. Привести в соответствие

P	b	2	работа идеального газа	равна площади
1	a	1	1) при расширении 1a2	1) $(-S_1)$ 4) $-(S_1+S_2)$
	S_2	2	2) при сжатии 2b1	2) $(-S_2)$
	V	3	3) цикла 1a2b1	3) S_2

42. Приведите в соответствие – для цикла Карно:

P	График:	Процесс:
	1) 1 → 2 2) 2 → 3 3) 3 → 4 4) 4 → 1	а) изотермическое сжатие при температуре T_2 ; б) изотермическое расширение при температуре T_1 ; в) адиабатическое сжатие; г) адиабатическое расширение.

43. Коэффициент полезного действия цикла Карно $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$, где –

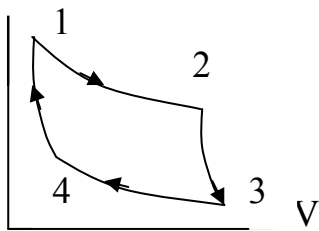
1) Q_1 - 2) Q_2 - 3) $(Q_1 - Q_2)$	Количество теплоты: а) отданное холодильнику; б) полученное от нагревателя; в) равное полезной работе.
--	---

44. КПД цикла Карно $\eta = 25\%$. Газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 320 КДж. Приведите в соответствие:

1) Газ совершил работу 2) Количество теплоты, отданное холодильнику	а) 120 КДж б) 240 КДж в) 80 КДж
--	---------------------------------------

45. Как меняется внутренняя энергия (U) идеального газа на различных участках цикла Карно?

P



1) 1 → 2

2) 2 → 3

3) 3 → 4

4) 4 → 1

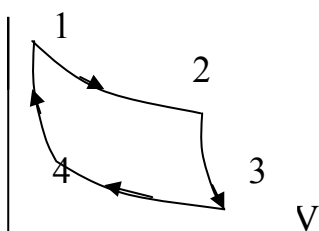
а) увеличивается

б) убывает

в) не меняется

46. Чему равна работа идеального газа на различных участках цикла Карно?

P



1) 1 → 2

2) 2 → 3

3) 3 → 4

4) 4 → 1

A =

а) $\frac{m}{\mu} C_V (T_2 - T_1)$

б) $\frac{m}{\mu} C_V (T_1 - T_2)$

в) $\frac{m}{\mu} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$

г) $\frac{m}{\mu} RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3}$

47. Приведите в соответствие:

1) идеальная тепловая машина

2) реальная тепловая машина

а) $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} > \frac{T_1 - T_2}{T_1}$;

б) $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} < \frac{T_1 - T_2}{T_1}$;

в) $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$.

48. Приведите в соответствие:

Тепловая машина:

1) идеальная

2) реальная

Приведенная теплота:

а) $\frac{Q_1}{T_1} > \frac{Q_2}{T_2}$;

б) $\frac{Q_1}{T_1} < \frac{Q_2}{T_2}$;

в) $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$.

49. Приведите в соответствие:

1) обратимый цикл

2) необратимый цикл

соотношение Клаузиуса

а) $\oint \frac{\delta Q}{T} > 0$

б) $\oint \frac{\delta Q}{T} < 0$

в) $\oint \frac{\delta Q}{T} = 0$

50. Цикл содержит необратимую часть

1 а 2 и обратимую 2 d 1. Приведите в

соответствие:

1) $\oint \frac{\delta Q}{T}$

а) <

в) $(S_1 - S_2)$

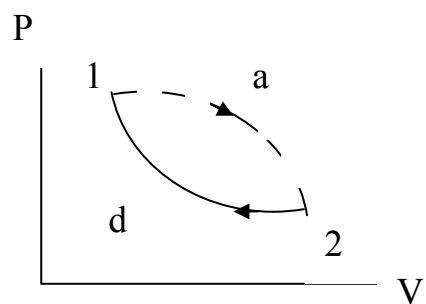
2) $\int_{1a}^2 \frac{\delta Q}{T}$

б) =

г) $(S_2 - S_1)$

3) $\int_{2d}^1 \frac{\delta Q}{T}$

д) 0



51. Энтродия изолированной системы в случае – приведите в

соответствие:

- | | | |
|---|--|------------------------|
| 1) обратимых процессов | | а) возрастает |
| 2) реально протекающих
(необратимых) процессов | | б) убывает |
| | | в) остается неизменной |

52. Из определения энтропии для обратимых процессов: $S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$ следует –

приведите в соответствие:

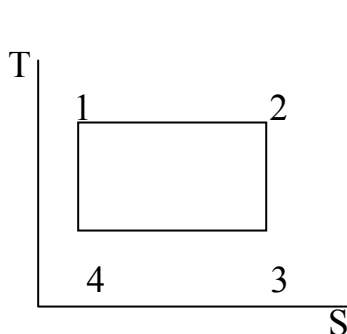
энтропия системы:

- | | | |
|-------------------------------|--|------------------|
| 1) тепло подводится к системе | | а) уменьшается |
| 2) система отдает тепло | | б) не меняется |
| 3) система теплоизолирована | | в) увеличивается |

53. Как меняется энтропия – приведите в соответствие – при:

- | | | |
|-----------------------|--|------------------|
| 1) испарении жидкости | | а) увеличивается |
| 2) конденсации пара | | б) уменьшается |
| 3) плавлении | | в) не меняется |
| 4) кристаллизации | | |

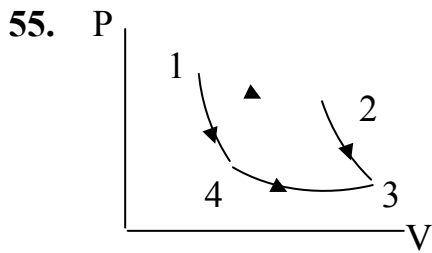
54. На рисунке изображен цикл Карно в осях (S,T). Приведите в соответствие:



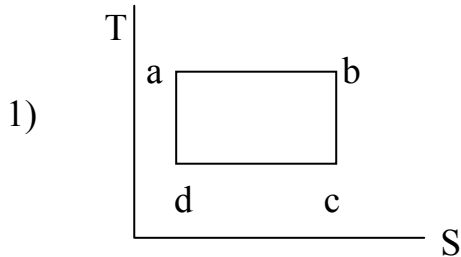
на участке

- 1) 1-2
- 2) 2-3
- 3) 3-4
- 4) 4-1

- | |
|--|
| а) газ отдает тепло
холодильнику |
| б) газ получает тепло
от нагревателя |
| в) адиабатический процесс -
без теплообмена |



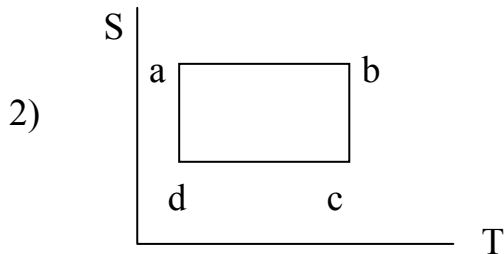
На рисунках изображен один и тот же цикл Карно. Укажите последовательность состояний, соответствующих циклу $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$:



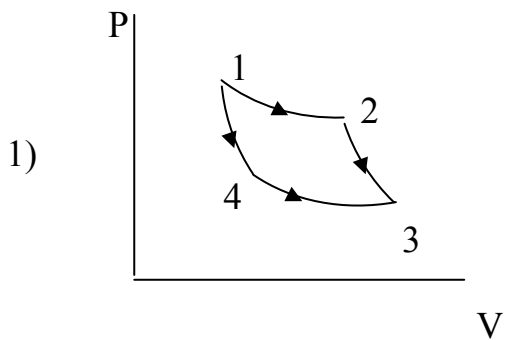
а) c-b-a-d

б) a-b-c-d

в) b-a-d-c



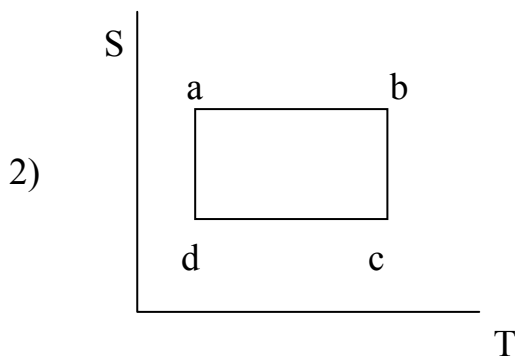
56. Площадь цикла Карно равна – приведите в соответствие:



а) работе газа за цикл

б) количеству тепла, подведенного к газу от нагревателя

в) количеству тепла, переданного газу (от нагревателя и холодильника)



57. Приведите в соответствие обозначения, физический смысл и размерность величин:

1) $C_{л}$ –	а) удельная теплота парообразования воды	д) $\frac{Дж}{кг}$
2) $C_{в}$ –	б) удельная теплота плавления льда	
3) λ –	в) удельная теплоемкость воды	е) $\frac{Дж}{кг \cdot К}$
4) r –	г) удельная теплоемкость льда	

58. 2кг льда ($t = -10^{\circ}C$) превратили при нормальном давлении в пар ($t=100^{\circ}C$). Изменение энтропии $S_2-S_1=\Delta S_1+\Delta S_2+\Delta S_3+\Delta S_4$, где

изменение энтропии

1) льда при нагревании его до $0^{\circ}C$ $\Delta S_1=$		а) $\frac{m\lambda}{T_2}$
2) воды при нагревании её от $0^{\circ}C$ до $100^{\circ}C$ $\Delta S_2=$		б) $\frac{mr}{T_3}$
3) при таянии льда $\Delta S_3=$		в) $mC_{л} \ln \frac{T_2}{T_1}$
4) при испарении воды $\Delta S_4=$		г) $mC_{в} \ln \frac{T_3}{T_2}$

59. Приведите в соответствие обозначения и численные значения T_i в тесте 58:

1) $T_1=$	а) 373К – температура кипения воды
2) $T_2=$	б) 273К – температура таяния льда
3) $T_3=$	в) 263К – начальная температура льда

60. В теплоизолированном сосуде перегородка делит газ на две равные части с одинаковыми давлением и температурой. Как изменится внутренняя энергия (U) и энтропия (S) газа, если убрать перегородку?

- | | | |
|-----------------|--|------------------------------------|
| 1) $\Delta U =$ | | а) $2 \frac{m}{\mu} R \ln 2$ |
| 2) $\Delta S =$ | | б) $\frac{m}{\mu} R \ln 2$
в) 0 |

61. В соотношении $S = k \ln W$ (1), где термодинамическая вероятность

$$W = \frac{N!}{N_1! N_2! \dots N_n!} \quad (2).$$

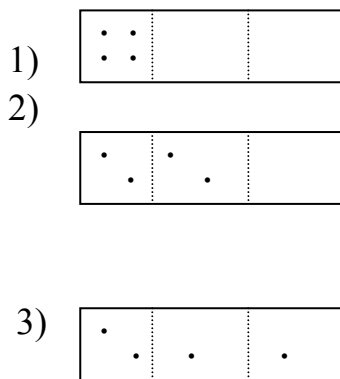
Поясните физический смысл обозначений в формулах (1) и (2):

- | | | |
|------------|--|--|
| 1) S – | | а) волновое число |
| 2) k – | | б) энтропия |
| 3) N – | | в) постоянная Больцмана |
| 4) N_i – | | г) число частиц в i-ом состоянии
д) полное число частиц |

62. Термодинамическая вероятность (W) распределений, показанных на рисунках, равна:

- | | | |
|----|--|--|
| 1) | | W =
а) 20
б) 30
в) 90
г) 1 |
| 2) | | |
| 3) | | |

63. Термодинамическая вероятность (W) распределений, показанных на рисунках, равна:



- $W =$
- а) 4
- б) 6
- в) 12
- г) 1

64. Уравнение Ван-дер-Ваальса для моля реального газа имеет вид:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V-b) = RT. \text{ Приведите в соответствие:}$$

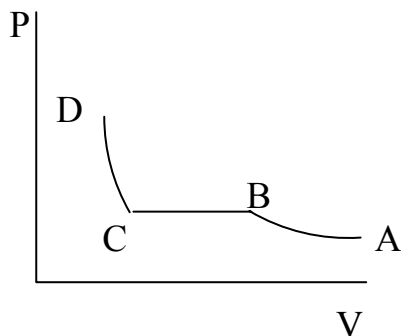
поправка к уравнению
Менделеева-Клапейрона

учитывает

- 1) $\frac{a}{V^2}$
- 2) b

- а) собственный объем молекул
- б) силу притяжения между молекулами

65. Эмпирическая изотерма реального газа имеет вид – приведите в соответствие:



участок кривой

- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD

состояние
вещества

- а) жидкость
- б) газ
- в) двухфазная
система
(жидкость – газ)

66. Приведите в соответствие. Для моля реального газа:

1) Потенциальная энергия взаимодействия молекул

а) $-a/V$

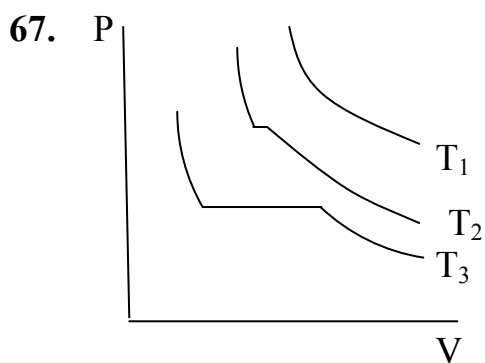
б) a/V^2

2) Внутренняя энергия

в) $C_V T - \frac{a}{V}$

3) Добавочное давление за счет притяжения молекул

г) $C_V T + \frac{a}{V^2}$



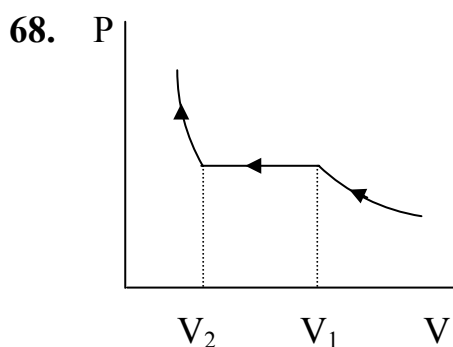
На рисунке изображены изотермы некоторого реального газа ($m=\text{const}$). Укажите правильные ответы:

1) $T_1 > T_2$;

2) $T_2 > T_1$;

3) $T_2 > T_3$;

4) $T_2 < T_3$.



Реальный газ сжимают в сосуде при постоянной температуре. Приведите в соответствие:

в сосуде находится:

1) только газ

а) $V \leq V_1$

2) только жидкость

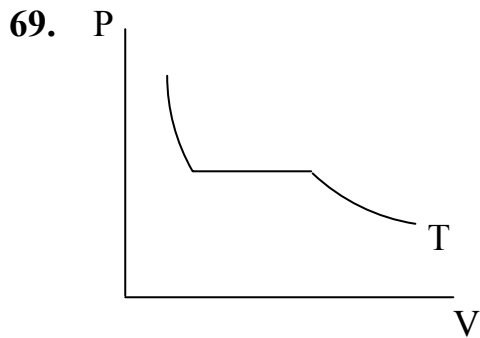
б) $V \geq V_1$

3) двухфазная система

в) $V \geq V_2$

газ – жидкость

г) $V \leq V_2$



$P_{кр}, T_{кр}$ – параметры критического состояния;

P_H – давление насыщающего пара при температуре T .

Укажите правильные ответы:

- 1) $T > T_{кр}$; 2) $T < T_{кр}$; 3) $P_H > P_{кр}$; 4) $P_H < P_{кр}$.

70. Реальный газ нельзя превратить в жидкость (ни при каких давлениях), если

- 1) $T < T_{кр}$; 2) $T > T_{кр}$.

71. При адиабатическом расширении в пустоту – приведите в соответствие:

газ:

- | | | |
|--------------|-----------------------|------------------|
| A) идеальный | 1) работа газа | а) не меняется |
| B) реальный | 2) внутренняя энергия | б) увеличивается |
| | 3) температура | в) уменьшается |
| | 4) энтропия | г) равна нулю |