

“

”

“

”

. . .

---

«    »                    2006

:

: . . .

2006 .

: . . . , . . .  
. . . , . . .

:  
. . . , . . .  
. . . , . . .

“

”

“

”

.

,

,

,

,

,

,

,

.

3-

18

, 30

, 6

—

.

4-

18

, 12

, 6

—

.

.

II : . I

:

- 1. , .
- 2. .
- 3. I II .
- 4. .

, .

-

. ,

.

, -

.

, , ,

.

-

,

-

.



T,V,P

**PV=mRT**

V-

P-

M-

**PV=RT**

, 3

,

T- ,  
 R - , 1  
 1

$$(p + a/v^2)(V - b) = RT$$

a b -

a/v<sup>2</sup> -

b -

**I**

1

$$Q = E + L$$

Q -

E -

L -

( )

$$= E + \hat{\phantom{x}}$$

$$Q = U + L$$

L - m

$$h = U + pV \quad /$$

h

I

:

$$uq = \partial u + \partial (p_0) - \hat{\partial} p$$

$$uq = \partial h - \hat{\partial} p$$

$$p = \text{const}, \hat{\partial} p = 0,$$

,

## II

,

,

1

2

,

.

2

(1824

)

,

:

,

Q<sub>1</sub>

,

Q<sub>2</sub>

,

Q<sub>1</sub>-Q<sub>2</sub>

:

Q<sub>1</sub>-Q<sub>2</sub>

L

$$y = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

Q<sub>1</sub>

Q<sub>1</sub>

$$y = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$T_1$   
 $, T_1 -$

$T_2 -$

(1850 )

II

$$t = 1 - q_2/q_1$$

$q_1 -$

$q_2 -$

$$dU=dL \quad U=-L \quad dU+dL=0$$

II

1)

2)

3)

1

0,1

$-23^0 + 22$

?

$10^4 /$

$t_1$

$h_1 = 462 \text{ k} /$

$t_2$

$h_2 = 508 \text{ k} /$

:

:

$$q = h_2 - h_1 = 508 - 462 = 46 /$$

$10^4 /$

$$Q = mg = 10^4 * 46 = 4,6 * 10^5 / = 128 .$$

( , , ) .

).

(

1.

2.

3.

4.

5.

1

2

?

?

?

?

2

1.

2.

3.

2

),

,

(

).

1956

« »

0

$+20^0$

$+20^0$

$-20^0$

,  $+20^0$

2.1.

.

1, 2, 3 ,

,  $m^I$ ,  $Q^I$   $L^I$ .

4, 5, 6 .

$m^I$ ,  $Q^I$   $L^I$

. :  $m^I$ ,  $q^I$ ,  $E_i^I = L^I$

$m^{II}$ ,  $q^{II}$ ,  $E_i^{II} = L^{II}$

.

,

.

-  $m$   $Q$

,

.

,

:

:

$$m^I + m^I = m^{II} + m$$

$$m^I - m^{II}$$

$$m^I -$$

$$m -$$

:

$$Q^I + L^I = Q^{II} + L^{II} + Q_{oc}$$

$$Q^I - Q^{II}$$

$$L^I - L^{II}$$

$$Q_{oc} -$$

$$Q^I = Q^{II} + Q$$

:

$$E_m^I + E_q^I + E_l^I > E_m^{II} + E_q^{II} + E_l^{II}$$

$$E_m^I - E_m^{II}$$

$$E_q^I - E_q^{II}$$

$$E_l^I - E_l^{II}$$

$$E_m^I + E_q^I + E_l^I =$$

$$E_m^{II} + E_q^{II} + E_l^{II} =$$

$$E^I > E^{II}$$

$$\mathbf{E}^I = \mathbf{E}^{II} + \mathbf{D}$$

$$\mathbf{D} = \mathbf{S}$$

S -

$$= \frac{\mathbf{L}^{\text{II}}}{\mathbf{L}^{\text{I}}}$$

$\mathbf{L}^{\text{I}} -$

$\mathbf{L}^{\text{II}} -$

$$= \frac{\mathbf{L}^{\text{II}}}{\mathbf{Q}^{\text{I}}}$$

$\mathbf{L}^{\text{II}} -$

$\mathbf{Q}^{\text{I}} -$

$$= \frac{\mathbf{L}^{\text{II}}}{\mathbf{I}}$$

$\mathbf{II} -$

-

-

0

)

: = = **L**

)

-

-

-

-

v, ; v, /  
, ; , /  
q, ; q, /  
, ; , /

: ( ) ,  
( ) , ( )

( )  
)

: s, h, p, v, T, u

S -

h -

p -

v -

T -

u -

$U_{oc}, S_{oc}, h_{oc}, p_{oc}, V_{oc}, T_{oc}$

2

q ( ) ( )

( )

$\delta I^v$

- -

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

?

?

?

?

**3**

- 1.
- 2.
- 3.

, .  
 . , .  
 .  
 :  
 - , ,  
 - , ,  
 - ,  
 - .  
 .  
 . -  
 , .  
 .  
 .  
 .  
 :  
 1) 1,5  
 .  
 2) 1,5 10  
 .  
 3) 10 100  
 .

4)

100

[0,015 3/ ], [0,015 1,5 3/ ] [1,5 3/ ]

] : [ , ,

( , .) ( ,

I. - V -

$$V = \underline{\underline{m}}$$

1

, m -

1 -

II. P<sub>1</sub> 2 -

III. ( ).

$$= \underline{\underline{2}}$$

1

1,1

1,1 < < 3,0 ,

> 3,0 ,

IV.

V.

n

N.

2

:

:

1 –

2 –

3,4 –

5,6 –

.3.1.

[2]

[3]

[2]

[5,6]

(

).

3.2.

[5]

[1]

[2].

[3]

[6]

[7]

3...4

8...15

5-6

170<sup>0</sup>

12-15

$40^0$   
10...15

- / [ , .] 7

[ ]

,

2



(N, ) -

N = m

m - ( / ) , m = 1V

P1 - / 3

V - , 3

-

-

N = m.

v

v - , v = [0,90 ....0,98]

= [0,85 ....0,95]

= [0,97 ....0,98]

, . , .

, .

—

.

—

.

—

.

.

1.

?

2.

?

3.

?

4.

?

4

:

1.

2.

3.

.

4.

-

]

[

:

( )

( )

=

-

:

=      . 100

:

( )

$$Kn = \frac{u \cdot d}{\nu}$$

:

1.  $Kn \ll 1$ ,  $d$   $10^5$  100
2.  $Kn=1$   $\sim d$  100 0,1
3.  $Kn \gg 1$ ,  $>d$ , 0,1  $10^{-5}$
4.  $Kn \gg \gg 1$ ,  $10^{-5}$

— , — - .

,

.

,

,

.

t-p

:

$$P_0=610,8 \quad t_0 = 0,01^{\circ}\text{C}$$

( ),

( ),

( )

.

(1-2-3

).

,

,

,

,

(4-5-6-7

).

.

2

:

.

,

.

.

.

-

,



:

•

,

,

.

,

,

.

:

$$PV = nRT = Nkt$$

V-

,  $3/c$

-

,

R-

/( \* )

-

-  
-

Q

$$Q = p \cdot V \quad * \quad 3/ =$$

:

$$V \quad V \quad V$$

:

:

$$Q = P \cdot V = P \cdot V = P \cdot V = n$$

-

:

\_\_\_\_\_ - ,  
 \_\_\_\_\_ - **S** -  
 ( \_\_\_\_\_ -

):

$$S = \underline{Q}$$

\_\_\_\_\_ **S** -  
 ( \_\_\_\_\_ *b-b* ):

$$S = \underline{Q}$$

:

$$S$$

$$\{ N > > > > > > \}$$

$$S$$

10 %

*U* -

1

:

$$U = \underline{Q}$$

$$S = \underline{Q} = \underline{U( \underline{\quad} )}$$

$$S = \frac{Q}{U} = U \left( \frac{1}{U} \right)$$

$$S = \frac{S \cdot U}{S + U}$$

:

$$, \quad S = U$$

$$S = 0,5 S$$

, U ,

S S .

, U

S .

$$= \frac{S}{S} = \frac{U}{S + U}$$

Q .

S .

= const ,

=

S = S .

$$Q = \int S = \int S$$

$$Q = - \frac{d(\underline{V}_v)}{d\ddagger} = - \frac{V_v dp}{d\ddagger}$$

$$S = - \frac{V_v dp}{d\ddagger}$$

$$d\ddagger = - \frac{V_v \cdot dp}{S}$$

$$= \frac{V_v \cdot \ln P}{S}$$

$$V_v -$$

-

-

$$( = 0 )$$

$$\frac{\underline{\hspace{2cm}}}{S} \quad 2 \quad :$$

$$0,5 = \frac{V_v}{S} \cdot \ln 2 = 0,69 \frac{V_v}{S}$$

10

$$0,1 = \frac{V_v}{S} \cdot \ln 10 = 2,3 \frac{V_v}{S}$$

:

50<sup>3</sup>

20

10

$$S = \frac{V_v \cdot \ln P}{P}$$

:

P

$$V_v = 50^3$$

$$= 20$$

$$\underline{P} = 10$$

p

:

$$S = \frac{50}{20} \ln 10 = 5,8 \text{ } ^3/$$

20

1.

2.

]

[

]

[ =const,

40<sup>0</sup>

12..15

3.

4.

5.

6.

7.

.

8.

.

.

.

.

.

.

.

.

9.

.

,

,

,

,

.

10.

.

,

.

,

.

-

,

.

—

.

—

.

5.

?

6.

?

7.

?

8.

?

9.

?

**5**

1.

2.

3.

4.

“

”

.

,

.

3

:

1.

2.

3.

-

[

]

.

.

.

.

2

:

.

[ :

]

.

.

.

.

,

.

[ ]

$$t = f(x, y, z, \dots)$$

t -

x, y, z -

( )

( )

$$\text{grad } t = \lim_{(\Delta) \rightarrow 0} \frac{(\Delta t)}{(\Delta)} = \frac{dt}{dF}$$

dQ

(dt/d ), (d )

(dF) :

$$dQ = - \frac{dt}{dF} dF * d$$

$$\frac{dQ}{dF} = q$$

F\*

, q -

:

$$[ ] = \frac{dQ^*}{t^* dF^* d} = \frac{m}{M^0 C}$$

$$1 \quad (1) \quad : \quad ( ) \quad 1^0$$

$$\begin{aligned}
 & \cdot \\
 & - \quad , \\
 & \cdot \\
 & , \quad \cdot \\
 & \cdot \quad L, \\
 & \quad [ - ] \\
 & \cdot
 \end{aligned}$$

$$tg_2 \quad (tg_1 > tg_2) \quad tg_1$$

$$F=2 \ rL. \ F$$

$$Q = - \frac{2 * r * L * \cdot dt}{d}$$

$$= r r_u, d \quad dr \quad :$$

$$Q = - \frac{2 * r * L * dt}{dr}$$

$$\frac{dr}{r} = - \frac{2 * r * L dt}{Q}$$

$$u \quad tg_1 \quad tg_2$$

:

$$u \quad \frac{dr}{r} = - \frac{2 * r * L dt}{Q} S_{tg_1}^{tg_2} dt$$

$$\ln \frac{r}{r_u} = \frac{2 * r * L * (tg_1 - tg_2)}{Q}$$

$$\frac{r}{r_u} = \frac{d}{d_u} \quad :$$

$$\frac{r}{r_u} = \frac{d}{d_u}$$

$$Q = \frac{2 * L * (tg_1 - tg_2)}{1 - 2,3 \lg \frac{d}{d_u}}$$

$$\frac{1 - 2,3 \lg \frac{d}{d_u}}{d_u}$$

:

$$Q = \frac{2 * r * L * (tg_1 - tg_2)}{1 - 2,3 \lg \frac{d_{i+1}}{d_i}}$$

$$i=n \quad \frac{1 - 2,3 \lg \frac{d_{i+1}}{d_i}}{d_i}$$

$d_i$

=0,4

0,8

-

=0,8

800

Q

Q

Q<sub>R</sub>

Q

:

$$Q_H = Q_R + Q_D$$

$$Q_A + Q_R + Q_D = 1$$

$$Q_H + Q_H + Q_H$$

$$Q_A =$$

$$Q_R = R$$

$$Q_D = D$$

$$Q_H$$

$$Q_H$$

$$Q_H$$

$$A + R + D = 1$$

A, R D

:

1) = 1 [R=D=0],

2) R=1 [A=D=0],

3) D=1 [A=R=0],

A, R D

$$D=0 \quad A+R=1$$

(F)

$$[ =0 \quad = \quad ]$$

$$= \frac{Q}{F^*} \quad Q -$$

$$\mathbf{J} = \frac{d\mathbf{E}}{D}$$

$$= \int_{=0}^{=} \mathbf{J} \, d$$

$$= \int_{=0}^{=} \frac{1}{2}^{-5} \underline{-1}$$

$$: \quad 1 = 3,22 * 10^{-16} \quad / \quad 2$$

$$2 = 1,24 * 10^{-2} \quad / \quad 2$$

:

$$0 = 0^* u$$

$$0 = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\quad}{2 \cdot R^4}$$

[ ]

2

2

“ ”

[ , , ]

$$dQ = [t - t_f] * dF * d$$

$$Q = *F [t - t_f]$$

1

1 2

1<sup>0</sup>

$\omega,$

$\rho,$

$\mu,$

[

]

0.

[

d-

, L -

$$= f [w, \dots, \mu, \dots, d, L, \dots]$$

.

,

.

[ ]

- -

.

-

.

-

.

-

[ :

]

.

-

.

.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

?

?

?

?

?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4. -

[ ]

1-2

, L

.

- [ ;

] .

.

, L

,

,

,

.

,

,

,

.

[ ] .

1. : —  
,

2. , , .

3. , , .  
[5.... 10]  
.

, - , - ( )  
).

( : ).

-

5...10

— < 9

t t

/

t < [-60.....-80°C]

/ = 7....100

t < -80°C / > [80....100]

/

/

-  
-  
-

[

],

— ;  
— ;  
— ,  
— ;  
— [ ]

— ;  
— ;  
— [ ] ;  
— [ ] ;  
— ];

— .  
: .  
.  
0,2 / .

— .  
: : ,  
.  
, ,

— .  
11 %  
16-26,8 %  
.  
.

30%]

·  
—  
·  
R—  
·  
:  
] 22 [ R- 22  
12[ R- 12  
] ·

[  
3,5

„

2

· : -

2

:

.

.

.

:

—

,

—

,

—

,

—

,

—

,

—

,

—

.

0<sup>0</sup>

.

: NaCl, Mg, Ca . . .

,

.

—

.

—

.

.

.

,

,

.

.

:

—

,

,

—

,

,

.

—

.

:

,

,

,

(14            ),

(14...105            )            (105            ).

.

.

.

.

.

.

5....2 .

—

.

.

—

:

1.

2.

5..15

20...30

3.

4.

1

0,4 %

5.

+20....+30<sup>0</sup>

[ ]

6.

7.

8.

9.

7

1.

2.

3.

4.





1<sup>3</sup>

- 1

1

34

, 1

278

1

9

2

::

1)

2)

-

W

$$q = 29,33 / (7000 / )$$

$$: = \underline{q} - 29,33$$

[ ]

[ ]

: = .

:

- 0,18

- 0,16

1

14,5 16,7 /

:

$$= \frac{q}{29,33}$$

:

$$= 0,18 * \underline{14,5} = 0,089 / 29,33$$

:

$$= 0,16 * \underline{16,7} = 0,091 / 29,33$$

:

,

:

- : 0,975 q
- : r 0,95 q
- : 1,08 q
- : (1,15...1,2) q
- : 1,06 q

$$= \frac{-2}{1}$$

:

:

-

-

-

-

.

.

:

,

.

,

( )

.

,

-

.

-

-

.

.

,

,

-

.

,

.

,

[1000...1800<sup>0</sup> ]

[300...1000<sup>0</sup> ]

( , , , , )

1000<sup>0</sup>

—  
- 1000<sup>0</sup>

.

]

[

(

)

.

—

.

.

.

2000<sup>0</sup>

.

:

,

.

.

,

,

.

,

,

.

,

.

—

[

]

]

[

]

[

Q = Q

: Q<sub>1</sub> - , Q<sub>2</sub> -

, Q<sub>3</sub> - ,

Q<sub>4</sub> - , Q<sub>5</sub> -

: Q<sub>6</sub> - , Q<sub>7</sub> -

, Q<sub>8</sub> -

, Q<sub>9</sub> -

, Q<sub>10</sub> - , Q<sub>11</sub> -

, Q<sub>12</sub> -

, Q<sub>13</sub> -

, Q<sub>14</sub> -

$$y = \frac{\ddot{y} Q}{\ddot{y} Q} = \frac{Q_7 - Q_4 + Q_6}{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5}$$

20...25%

10...12%

Q<sub>8</sub>, Q<sub>9</sub>, Q<sub>10</sub>, Q<sub>11</sub>, Q<sub>12</sub>,

Q<sub>13</sub>, Q<sub>14</sub> -

(20

/ ), (20 70 / ) (75 / )

[3 ], [3...7,5 ], [10....15 ], [15...22,5 ]  
[22,5 ]

54 300

-  
1 ,  
5, 2, 3,  
4, 6,  
7 .  
[1...6<sup>3</sup>]  
t=330<sup>0</sup> ....350<sup>0</sup> .  
0,3...0,4

100<sup>0</sup>

1

179,88<sup>0</sup>

70...140<sup>0</sup>

180...200<sup>0</sup>

-

-

1 3

- 1

W

10.

•  
?

11.

?

12.

?

13.

?

14.

?

15.

.

16.

?

17.

?

**8**

•

•

:

1.

•

2.

•

3.

•

4.

•

•

-

,  
( ) .

25...30%

( 5 6 ).

,

17 %

20%

,

:

,

.

.

-

.

.

,

,

.

:

(20...60%)

,

,

-

,

-

.

,

.

:

(

)

;

(

);

.

.

,

.

.

,

.

.

:

(50...60 )

;

,

,

,

.

:  $200^0$

,

.

:

,

,

,

.

:

,

(10

),

,

,

.

,

,

,

.

,

.

.

,

.

$180^0$

.

,

.

1.

2.

(130...150°).

3.

4.

5.

6.

—

60°

70°

80°

100°



,  
.  
.

-  
.  
**Q..**

:  
**Q .. = Q + q**

,  
**Q -**  
, **q -**  
.

.

“

”

$\tau_{\max}$

:

$Q$

$\dagger_{\max} = \text{-----}$

$Q_{\max}$

,  $Q$  -

$Q_{\max}$  -

8000

5500...5700

1 -

, -

, 2 -

, 3 -

,

4

.

,

,

(

)

.

.

,

,

,

.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15

,

,

.

.

:

— ,

— ,

— ,

— ,

— .

— :

— ,

— ,

— ,

— ,

— .

:

1. ?

2. ?

3. ?

4. ?

5. ?

6. ?

7.

?

9

.

:

5.

.

.

6.

.

7.

.

8.

.

.

.

30%

1

0,25

, 1

0,54

, 1

5,5

, 1

121,5

,

210

2074

.

0,5

1,2

.

(0,3 0,5 )

( )

130 – 140<sup>0</sup>

100<sup>0</sup>

40<sup>0</sup>

7-15

100<sup>0</sup>



·

， ，

·

：

， ，

·

：

— ， ( ，

)

— (

， ， ，

， ， ，

)

— ，

：

— ；

·

— ；

，

— ；

，

— ；

， ，

，

,

.

,

.

,

.

.

,

.

.

:

—

,

;

—

;

—

;

—

;

—

,

,

—

;

—

,

—

,

-

,

—

( )

,

.

:

—

,

400<sup>0</sup>

—

,

250 400<sup>0</sup>

—

,

300<sup>0</sup>

.

.

,

,

,

.

50%

25<sup>0</sup>

150<sup>0</sup>

.

.

.

:

—

;

,

;

—

;

—

;

—

;

—

,

:

—

,

.

—

:

—

,

(

)

“

”

,

—

—

,

—

,

,

,

—  
—  
—  
—

( — )  
,

’  
, ,

,

, ,

.

.

.

.

—

,

:

$$q = m(c_1t_1 - c_2t_2) = mUh$$

—

( , .)

:

$$Q = q *$$

$$Q = q * \ddagger$$

: m — ,

(

—

).

Uh —

/ ,

$c_1 \quad t_1 -$

,

$c_2 \quad t_2 -$

,

$- \quad ( \quad )$

,

$\dagger -$

.

, :

$$Q = Q * r * y$$

$r -$

$(r=0,7\dots1)$

$y -$

.

:

$$Q = Q * \dagger$$

$\dagger -$

:

$$\dagger = (0,5\dots0,9)$$

-

$\Delta .$

:

$$U = b \dots * Q_4$$

$b \dots -$

:

**0,0342**

$$b \dots = \underline{\hspace{2cm}}$$

$y \dots$

y . . -

(y . . = 0,84...0,86)

”

25%

(140...160<sup>0</sup> )

90%

1

1,

2,

3

2,5...3,5

140...160<sup>0</sup>

2,

1, 2, 3

( )

3.

3

4

70...75<sup>0</sup>

4

40<sup>0</sup>

. 70...75<sup>0</sup>

:

1. ?
2. ?
3. ?
4. ?
5. ?

.

:

1. . . . .
- ∴ - , 2003.-352 .
2. . . . .  
« » , ., 1971. 784 .
3. . . . .  
- . . . . 2004, 75 .
4. . . . .  
2003 .

:

1. . . . .  
. - , .« » , 1963.
2. . . . .  
. . . . - , .« » , 1978
3. . . . .  
. . . . . , .« » , 1974
4. . . . . 4- . . . .  
. . . . . , -1, -2, . 1969.
5. . . . .  
- . . . . , 1984, 76 .
6. . . . .  
. . . . . , 1976, 499 .
7. . . . .  
. . . . - . . . . , . . . . , 1972, 304 .