1. Найти изменение AS энтропии при плавлении массы  
   т = 1 кг льда (/ = 0° С).

Решение:

При, плавлении массы т льда при температуре Т имеем  
ui/L

AS = —~, где л = 0.33МДж/кг — удельная теплота плав-  
ления. AS = 1209 Дж/кг.

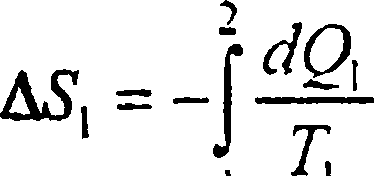
1. Массу /7/= 640 г расплавленного свинца при темпе-  
   ратуре плавления /пл вылили на лед (/ = 0°С). Найти изменение  
   AS энтропии при этом процессе.

Решение:

Предположим, что система «свинец — лед» замкнута, т.е.  
потерь тепла во внешнюю среду не происходит и весь  
образовавшийся пар сконденсировался и остался внутри  
системы в виде воды. Тогда изменение энтропии системы  
AS будет складываться из изменения энтропии свинца  
ASX при затвердевании, изменения энтропии свинца AS2при охлаждении до t = 0° С и изменения энтропии льда  
при таянии AS,. Т. е. AS = AS] + AS2 + А. Задачу

рассматриваем при условии, что льда имеется достаточное  
количество для поддержания температуры / = 0° С.  
Обозначим Г, =600 К — температура плавления свинца,  
Г2 =273 К — температура льда. Имеем г/5, =dO]/T или

111А

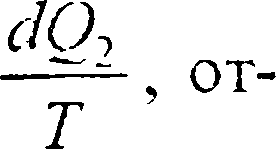


, где

Л = 22,6

кДж;кг — удельная те-

плота плавления (кристаллизации) свинца. dS2



куда AS2 = f= mCcjnl2.9 Где cc =126 Дж/(кг-К) —  
j T Tx

удельная теплоемкость свинца. dS3 = или AS3 = — .

*’h*

*T T2*

В соответствии с законом сохранения энергии Q3 = Qx +

*(rn rr \* AO *Xm + cm(Tx-T2)*

+ Q2= Лт + ст\Гх - T2 ), отсюда AS3 = — —.

^2

Следовательно, полное изменение энтропии системы

ас / *Т2 Лт + ст{Гх-Т2)* ^

A S + me.. In —— + — —. Подставляя в

7] с 7] Т2

полученную формулу числовые данные, окончатель-

0,64-22,6-103

+ 0,64 • 126 • (- 0,79)+

но получаем AS = -

600

t 22,6 • 103 • 0,64 + 126- 0,64(600 - 273) \_ б2 2 ^

273

1. Найти изменение AS энтропии при переходе массы  
   m = 8 г кислорода от объема Vx = 10 л при температуре /, = 80° С  
   к объему V2 = 40 л при температуре /2 = 300° С.

Решение:

Изменение энтропии при переходе вещества из состояния

2 Ю

1 в состояние 2 AS = Г—где, согласно первому началу

■т

*m*

термодинамики, dQ = dU + dA = —CvdT + pdV. T. к. из

*V*

уравнения Менделеева — Клапейрона давление р- — х

xil, то *dO =—CrdT + ——dV .* Тогда *AS =* f—*CrdT +  
V ~ ft ft У \ ft*

г т RT ... . \_ т Г-, ш п. К2 . .

+ dF ; AS = — Cvln-^- + — Rln— =0.4 Дж/кг.

i */л V ju Тх р Vx*

1. Найти изменение AS энтропии при переходе массы  
   /и = 6 г водорода от объема К, = 20 л под давлением рх =150 кПа  
   К объему V2 = 60 л под давлением /?2 =100 кПа.

Решение:

Имеем AS = ~Crln^- + — Rln— (см. задачу 5.220). Т. к.  
М т\ Р v\

***р р у***

из уравнения Менделеева — Клапейрона —2 , то

***Т\ P\v\***

= —Сг/л^- + — Сг//7~^ + — Л/л-2-; AS =—С,-In-

*+*

*М*

*Р*1 *Р*

F

А

Pi

mi

+—С.1п-±\ Д5 = 71 Дж/К.

*ц Vt*

1. Масса /и = 6,6 г водорода расширяется изобарически от  
   объема К, до объема Г2 = 2F,. Найти изменение AS энтропии  
   при этом расширении.

Решение:

В предыдущей задаче мы выразили изменение энтропии

т. ло ^ I Р-> т ^ 7

через параметры р и к: AS = —Сг/л—=- +—Ср1п—.

ft р, ft У\

При р-const первое слагаемое обращается в ноль, тогда

AS =—С „ In = 66.3 Дж/К.

// ' К

1. Найти изменение AS энтропии при изобарическом  
   расширении массы т = 8 г гелия от объема Vx = 10 л до объема  
   V2 =25 л.

Решение:

Изменение энтропии AS = J, где dQ - cpmdT, т. к.

р-const. Теплоемкость при постоянном давлении  
/ + 2 R

тогда AS = | ср.

*с»=* ,

2 р

Д5 = |

dT /42 т \_,

с „/и— = Л/и 7] =

2

/ + 2тп. Г, т

Rln— . Т. к. гелии — одноатомный газ, то число

2 р 7|

степеней свободы / = 3 . и т. к. р = сот/, то

Ух \_^2

Г, г2

или

Т/ НГ г тг

— = — , следовательно, ДS-——Rhi—; AS = 38,1 Дж/К.  
К, Г, 2 ^ К,

1. Найти изменение AS энтропии при изотермическом  
   расширении массы /и = 6 г водорода от давления /?, = 100 кПа до  
   давления р2 = 50 кПа.

Решение:

Имеем AS = —Cv ln- +—Rln^- (см. задачу 5.220). Т. к.  
М т\ Р У\

*V, р*, . *Т2*

при изотермическом процессе — = —, а ш~ = 0, то

*v\ Pi т\*

изменение AS энтропии при изотермическом расширении:

AS =—Я/л-£- = 17,3 Дж/К.

*М Pi*

1. Масса /и = 10.5 г азота изотермически расширяется от  
   объема Vt = 2 л до объема У2 - 5 л. Найти изменение AS энтро-  
   тщ-ш при этом процессе.

*М*

Решение:

Изменение энтропии  
уравнения Менделеева

AS = j—, где dQ = pdV. Из

i ^

— Клапейрона pV =—RT давле-

*т RT т dV*

ние р , тогда dQ =—RT—, а изменение энтро-

*р V р V*

*tn* г *dV 111 V*

ПНИ AS = — ЯI = — Rln—\ AS = 2,85 Дж/К.

*р \ V р Vx*

1. Масса т = Юг кислорода нагревается от температуры  
   = 50° С до температуры t2 = 150° С. Найти изменение AS

зйтропии, если нагревание происходит: а) изохорически; б) изо-  
барически.

Решение:

а} При изохорическом нагревании dQ = cvmdT, тогда из-

а о Г dQ Г dT i т D, Г,  
менение энтропии AS =— = cvm\ — = Rm~. Т. к.

*\ Т х \ Т 2 р Тх*

кислород — двухатомный газ, то число степеней свободы

7w„, Г,

*AS* = *-Rln—\*

*2 р Тх*

/ = 5 и изменение энтропии

Д£ = 1,75 Дж/К. б) При изобарическом расширении (см.

V /77 Т

Задачу 5.223), изменение энтропии AS = Rln—;

AS = 2,45 Дж/К.

*И*

1. При нагревании количества v = 1 кмоль двухатомного  
   газа его термодинамическая температура увеличивается от 7] до  
   Т2 -1,57]. Найти изменение AS энтропии, если нагревание  
   происходит: а) изохорически; б) изобарически.

Решение:

Т. к. по условию газ двухатомный, то число степеней сво-  
боды / = 5. а) При изохорическом нагревании (см. задачу

5 fti *Т* 5 Т

5.226) изменение энтропии AS- Rln-Z- = — vRb7 — ;

[2 ft г, 2 Г,](#bookmark6)

А5 = 8,5 кДж/К. б) При изобарическом нагревании измене-

\*7 Т П т

ниеэнтропии ASAS = 11,8кДж/К.

[2 р Г, 2 7]](#bookmark9)

1. В результате нагревания массы ю = 22 г азота его  
   термодинамическая температура увеличилась от 7] до 7] = 1.27],  
   а энтропия увеличилась на AS = 4,19Дж/К. При каких условиях  
   производилось нагревание азота (при постоянном объеме или  
   при постоянном давлении)?

Решение:

*х тп 7*

Изменение энтропии (см. задачу 5.226) AS = Л//М-,

2 *ц Тх*

причем если х -7, то р = const, а если х - 5, то F = cons/.  
\_ 2uAS \_

Тогда л\* = ’ \* = 7 , значит, нагревание произ-

водилось при постоянном давлении.

1. Найти изменение AS энтропии при переходе газа из  
   состояния А в состояние В в условиях задачи 5.194, если  
   переход совершается: а) по участку АСВ ; б) по участку ADB.

р£0|©НИС.

Л 00 участку АС В, изменение  
эцтр°пии AS ~ ASлс + AS'св, где р  
прИ Vx-const (см. задачу 5.226) PiЬ Т,

bS\*c~2~tiR n^r,' 3 ПРИ Давле' Л

7 от

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| А |  | D |  |
|  |  |  |  |
| С |  | В | V |

яйИ ***Р7=*** *const* AScs=-—Rx у р

*Т*

Тогда на всем участке

*А*

*m Т~>*

aQB AS = 7 — Rln-=~. Из уравнения Менделеева — Кла-  
/' т\

„ *V 111* DT’ *1П ^ РУ\*

деЙрона рУх- — л7| имеем —Я = -£-1-1, следовательно,

*Р*

/'

Г,

*AS*

= /и — . Учитывая,

что

P|FI \_ PlV2

Г,

т,

т;

или

В - рУ2

тх ~ М

7р,К,

окончательно находим До = —- — //7 ~ "•

*РУ*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ASа/> + ASJ)e, | где | •iS,.., | Л™МпЪ-  2 И Т, | и |
| Р-ШтЛ, | отсюда, | AS = 7 — | Юп Tl - 1р'У' | In |
| 2// Тх | Р | т т  **ч il** | т, |

AS = 5,4 Дж/К. б) По участку ADB. изменение энтропии

>D8

или AS = —1 —/и—; AS = 5.4Дж/К. Таким образом,

Т, М

вменение энтропии AS не зависит от того, каким образом  
осуществляется переход газа из одного состояния в другое.

5\*230. Объем Pj = 1 воздуха, находящегося при темпе-  
ратуре /, = 0° С и давлении р, = 98 кПа, изотермически расширя-

329

ется от объема Ух до объема V2 = 2Vx. Найти изменение AS  
энтропии при этом процессе.

Решение:

При изотермическом расширении изменение энтропии (см.

***YYl V***

задачу 5.225) A**S** =—**Rln**—. Из уравнения Менделеева —

Клапейрона **plVl=—RTl** имеем — **R =** тогда изме-

*И И тх*

**некие энтропии AS**

г,

*In*

**500 Дж/К.**

5.231. Изменение энтропии на участке между двумя адиа-  
батами в цикле Карно AS = 4,19кДж/К. Разность температур  
между двумя изотермами АТ = 100 К. Какое количество теплоты  
Q превращается в работу в этом цикле?

Решение:

**Изменение энтропии AS = , откуда 7] =**

j т

**температура нагревателя.**

71-7; *ATAS  
tl = -LzrJ"T~*

**К. п. д. цикла**

**С другой стороны, 1}- —,**

0\_ \_

AS

Карно

**тогда**

***AT AS***

*Q*

*А\_*

*Q'*

**откуда А = ASAT; А = 419кДж.**