# 2.2. Задания с развернутым ответом

*Возможное решение.*

1. Запиюем для шара второй закон Ньютона в проекциях на вертикальную ось в момент его отрыва от земли: f A = m *,g* + *m„g* , гдеf A — сила Архимеда, действующая на

шар.

1. Вьтразим силы через радиус шара *г:*

*g +* RHeg

, где р, плотность атмо-

сферного воздуха, PHe ЛОтнОсть гелия, b ——1 — отно-

шение массы одного квадратного метра оболочки шара к его площади.

Отсюда наидем радиус шара *г --* ЗЬ

Йв ЙНе

1. Плотности гелия и воздуха найдем из уравнения

Клапейрона—Менделеева *рV Мр Мн•Р Мур*

1. Объединяя полученные выражения, найдем радиус:

*r \_* 3bRT - 2, 7 м,

*(My* Мн‹)

а искомая масса оболочки равна m = *4кг-2 Ь. Ответ.’ т==* 92 кг.

2. *Ответ. т ——* 100 кг.

*Возможное решение.*

Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, рав- на силе Архимеда

*(т + т,+ т)g = pgV ,*

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Клапейрона—Менделеева следует:

(1)

m = , (2)

где *Т ——t +* 273; *T ——t +* 273, р — молярная масса воздуха. Объединяя (1) и (2), получим:

*Т ——* ——350 К, *t ——* 77 °С.

= 350 К.

4. *Ответ.* m, = 200 кг.

*Возможное решение.*

Гелий и аргон можно оітисывать моделью идеального одно- атомного газа, для которого применимо уравнение Клапейро- на—Менделеева *pV -— vRT .*

Поршень в цилиндре находится в состоянии механического равновесия, так что давление газов в любой момент одинако- во. В начальный момент объемы газов одинаковы и равны Г, и уравнение Клапейрона—Менделеева приводит к связи между начальными температурами гелия и аргона *T* и *Tz* и числом молей этих газов v и vz: who = v,Г2 .

После установления теплового равновесия температура газов равна *Т,* а объемы гелия и аргона изменились и стали равны Г и Г соответственно. Уравнение Клапейрона—Менделеева в этот момент приводит к соотнотению 

суммарный объем цилиндра остался неизменным:

Г, + Г, = 2Г , получаем, что



*Ответ:* He' ' 155.

*Ответ.- V V ——* 2/3.

' = 2 . Учитывая, что



2 = 1,5 .

1. *Возможное решение.*
	1. Запиюем уравнение Клапейрона—Менделеева для водорода и гелия в смеси:

*р*Н,*V —- , ят.*

І'Н, ’



\*Не

* 1. Согласно закону Дальтона давление смеси:

*Р* PH3+ PHe‘

Кроме того, масса смеси

' н, +ф и-л

* 1. Pemaя систему уравнений (1Н 4), получаем:

*р \_ т* 200 -103 -10" \_ 2 10 3

 н, \_ *IT* фил \_ 8 31'300 4‘10 3 - 1,5.

(2)



(4)

’ е 2‘10 200 103 10 '

Н

рда *RT* 2 10 3 8,31 300

ё

н,р

*Ответ.* 1,5.

Не

1. *Ответ. р ——* 200 кПа.
2. *Возможное решение.*
	1. Пусть *ру —* давление азота в камере;

*р —* давление в сосуде в ситуации на рис. 2;

*pz —* давление в сосуде при температуре *Ту е* конце опыта; S — площадь горизонтального сечения сосуда.

* 1. Параметры азота в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре Г связаны равенством, следующим из урав- нения Клапейрона—Менделеева:

 *hS ppLS* , откуда *р, —— p-p*

i *Т,*

Условие равновесия пробки при температуре *T :*

*pps — Fq - р,Ѕ ——*0, откуда *Fq —-*(і• — i•‹)\*

* 1. Параметры азота в сосуде в первоначальном и конечном co- стояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона—Менделеева:

*P2 HS \_ ppLS* , откуда *z —— i'. -*

Условие равновесия пробки в конечном состоянии:

*р S — pgs — Fq ——*0,

#### откуда

*P - Po + *

* 1. Приравнивая друг другу два выражения да *p2,* получаем равенство

Отсюда: *To= Т-у h -* 2 *——L ==* 219 К.

*L Н*

*Ответ: T ==* 219 К.

1. Omaem. *h* 43,8 см.
2. *Возможное решение.*

Клапан откроется, когда избьпочная сила *F* давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воадуха в цилиндре над атмосферным Др, а площадь клапана *s,* то

*F ——s-bp.* Сила действия стержня на клапан равна *m-g ,* где m,

*L* и / соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка AB. Итак, должно выполняться условие *s-Ap* й *mg- L*

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы Am. воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапей- рона—Менделеева, Др = *bm RT ,* где *М —* молярная масса

воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид:

##### *lsRTbm,*

*mgMГ*

Если насос закачивает каждую секунду w кг воздуха, то массу dm, он закачает в цилиндр за время I = . Следовательно,

клапан откроется в момент, когда выполнится равенство

*L -- *

*Omaem.* Ј 0,5 м.

1. *Ответ.* AB 0,1 м.

*Возможное решение.*

В соответствии с условием равновесия поршня

*Дa* + *MglS —— р ,* (1)

*Дa* + (H+ *m)g/5* ——јП2. (2)

где *ра* — атмосферное давление воздуха, *р* и *p2* соответст- венно давление воздуха в сосуде до и после добавления груза массы m.

Согласно закону Бойля—Мариотта

*Wi ll* “ *Pz /i *

Решая систему уравнений (1)--(3), получим:

*h ——*

*Н ——*

 1 10

5 10“- 0,13 = 12 см.

*g* 10’ + 1,5 -10

-5 10“

*Ответ: h ——* 12 см.

1. *Ответ: S -—* 5 см'.

*Возможное решение.*

* 1. Первоначально в объеме Г, находится v, моль гаэа при температуре *Т* и давлении *р„ в в* объеме 32 — v2 моль газа при температуре *To* и давлении *ра.*
	2. При снятии перегородки газ не участвует в теплообмене с

внешним миром и не совершает работу. Поэтому в соответст- вии с первым началом термодинамики внутренняя энергия га- за при этом сохраняется:

*2•т 2* - (v, *+ v,)ят,*

откуда следует, что конечная температура газа после снятия перегородки

v, + vz

* 1. Запишем уравнение Клапейрона—Менделеева для газа в на- чальном и конечном состояниях:

Подставив эти результаты в выражение для *Т,* получим:



откуда: 

#### Учитывая, что \* = 2Г„ ——4p„ получим:

*Р* ——Зро-

*Ответ.- р* ——Зр,.

16. *Ответ.- —2 ——* 2.

1

1. *Возможное решение.*
	1. Так как сосуд теплоизолирован и начальные температуры газов одинаковы, то после установления равновесия темпера- тура в сосуде будет равна первоначальной, а гелий равномер- но распределится по всему сосуду. После установления равно- весия в системе в каждой части сосуда окажется по 1 моль гелия: vi = 1 . В результате в сосуде с аргоном окажется 3 моль

смеси: vi - • + • = 3 .

* 1. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропор- циональна температуре и количеству молей:

*U -- vRT =:> U,*

 *U z* 2

* 1. Запишем условие термодинамического равновесия: *Т ——To.*

*Uz z Uz* 3

*Ответ.-* t/

*Uz* 3

1. *Ответ.-* 2 моль.
2. *Возможное решение.*

В GОGТОЯНИИ 1 *po* о*' Ч T i ›*

в состоянии 2 *p* -3*V = vRTz.* Отсюда *Tz ——* ЗГі

Количество теплоты, получаемое системой в изобарном про- цессе:

*Q12* ' AUii + *А *

- 12,5 кДж.

Ответ.‘ 3212 - 12,5 кДж.

1. Omaem. I2 › = 25 кДж.
2. *Возможное решение.*

5 vЛ(3 2 — *T ) ——* 5vЛГ і -

#### 2

Процесс 1—2 изобарный. В состоянии 1: *р* /о *vRT ,* в состоя- нии 2: *р-5* - vЛГ2. Отсюда *Tz ——*5Г

Количество теплоты, получаемое системой во время изобар-

ного процесса,

#### I2ii = An › + *А* 5

2

- 22,7 кДж.

Omaem. Q ј = 22,7 кДж.

1. Omaem. *!* i2 *-* 13,6 кДж.
2. *Возможное решение.*

Согласно первому закону термодинамики, *Q z —— kU z + Аі2,*

где *bU* 3

#### " 2

vЛ(3 2 — *T ), А*i› — vЛ(3 2 — Гl)•

Следовательно, I2 › —

5 *vR(Tz —* Г ) Согласно закону Шарля,

#### 2

. Следовательно, *Tz ——* 3Г и 3212 5vЛГ .

Omaem: 3212 - 12,5 кДж.

1. Omaem. I2 › = 7,5 кДж.
2. *Возможное решение.*

Согласно первому закону термодинамики, *! › kU* + *А*i»

где

*Аizз — Аi z + А yz* и *bUi zз — bUi z + bUy*3. В изохорном процессе *А z ——* 0, а в изотермическом процессе *bUz -—* 0. Поэтому *Q f*yЗ ' fit / iz + *Azз* и Л › = *Аz .* При переходе 2 --+ 3:  *Q у3 — bU zз + Ау3 — A-zэ*

Следовательно, *Q»э* AU 12 + *Q23*

Изменение внутренней энергии газа при переходе 1 --+ 2:

fit /iz —

#### 2

Поэтому: *Qi* zз — ЗvЯТ + *Qzз.* - 0,5.

Л 123 *323*

*Ответ: A1 23*

1. *Ответ.-* ЛI2З

- 0,5.

- 0,33.

1. *Возможное решение.*

Для определения количества теплоты *3 1 2a* необходимо сло- жить количества теплоты, сообщенные газу на участках 1—2 и 2—3: *3123* ' *QI* 2*+ 323‘*

Исходя из приведенного графика, можно сделать вывЬд, что процесс 1—2 является изохорным. Для него, как следует из

уравнения Клапейрона—Менделеева, откуда

Л2 *\_ T2* \_ 2. Следовательно, 3 = Г *——*2Г = 300 2 = 600 К.

2



Работа газа в процессе 1—2 равна нулю, и для него первый за- кон термодинамики с учетом выражения для внутренней энер- гии одноатомного идеального газа принимает вид:

*Q, 2* = AU i2 = —vЛ (7’2 — 7) 2

2

- 3, 74 кДж.

#### Процесс 2—3 является изобарным с давлением *р —- pz --* const , для него первый закон термодинамики принимает вид:

fi 2 = At/2 + 4s . где *bU 2*

= —vЛ *(To - T2 ) —* изменение внут-

2

ренней энергии газа, At = 2 (\* — ) — совершенная газом работа. Из уравнения Клапеирона—Менделеева *рV ——vRT* следует, пто

 = —vЛ 2

*Ту -* 2Г ) - d, 23

2

В результате *Q,2* vЛT

*Ответ. Q* ==10

1. 
2. *Ответ.* Q - d,d кДж.
3. *Возможное решение.*

2 *(Т* —*To ) .* Таким образом,



2 (Гз 2Гі) 10 кДж

1. Изобразим процесс на *рГ-диаграмме* и оФзнапим давления и объемы газа в состояниях 1 и 2 'іерез (р , ) « 4s, ) соот- ветственно.

Температуру газа в состоянии 1 обозначим через *T ,* а в со- стоянии 2 — через *Tz*

1. Из первого закона термодинамики следует, что полученное

газом количество теплоты идет на увеличение внутренней энергии газа и на совершение им работы: *Q* ——At/l 2 + *A,z .*

1. Используем термодинамическую модель одноатомного иде-

*pV ——vRT,*

ального газа: *U \_*

*ј ура* Шменение его внутренней энергии

#### 2

равно *bU›z* 2

*(r —2*

*z ) — )( 2 —2* )

1. Совертенная газом работа 'зисленно равна площади трапе- ции под графиком процесса на *рГ-диаграмме,* т. е. разности

площадей треугольников: Лет 1

# 2

1. С учетом этого получаем *Q —— bU ,2 + A.z ——*2(p2 2 1\*1) . Из

графика процесса следует, что . Поэтому

и выражение для коли'зества теплоты приобретает вид

*Q ——*2p,U, —1 = 2vЛT 1

1. Заметим, что искомое отнотение плотностей газа массой ш в состояниях 1 и 2 равно п =

Поэтому *Q —-* 2vЛT —1 = 2vЛГ (n 2 —1) , откуда

2v/ t(в 2 — 1)'

Подставляя в полуяенную формулу числовые даиные, нахо-

ДИм *T .*

Ошаеш. *T ==* 400 К.

31. *Ответ.- Tz ==* 1600 К.

32. *Возможное решение.*

Согласно первому на'залу термодинамики, *Q —— b U,* (1)

*Qz —— bU + А,* (2)

где *bU —* приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), *А* работа газа во втором опыте. Работа *А co-* вершалась газом в ходе изобарного растирения, так 'зто *А -— pbV,* (3)

где АГ— изменение объема газа.

С помощью уравнения Клапейрона—Менделеева эту работу можно выразить яерез приращение температуры газа:

*pbV —— — RbT.* (4)

Решая систему уравнений (1)--(4), будем иметь:

*Ответ.’ IT ==* 1 К.

*Ответ. т ==* 0,5 кг.

1. *Возможное решение.*

Пробка выскочит, если сила, с которой газ давит изнутри на пробку, превысит суммарную силу давления атмосферного воздуха снаружи на пробку и трения пробки о края отверстия. А это произойдет, когда давление газа превысит атмосферное

давление на величину *др —— —р,* откуда: S = .

Поскольку изначально давление газа в сосуде равно атмо- сферному, именно такое изменение давления газа в сосуде оп- ределяет предельное количество теплоты, переданное газу.

Поскольку объем U газа не меняется, изменение давления газа связано с изменением его температуры *Т.* Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева *V-др —— vR-IT,* где v — количество газообразного вещества.

Чтобы найти изменение температуры газа, обратимся к пер- вому закону термодинамики: *RU —— А + Q.* В нашем случае ра- бота внешних сил *А ——* 0, поскольку объем газа не меняется, и изменение внутренней энергии газа равно количеству полу- ченной им теплоты: *RU ——Q.*

Для идеального одноатомного газа имеем: *RU ——* 2

отнеся это равенство с уравнением Клапейрона—Менделеева и равенством *RU —— Q,* находим: *V- bp= 2bU —— 2 Q,*

2Q \_ 2 15 103 = 5- 105 Па.

ЗА -3 -2 10 2

Следовательно, S — N \_ 100 = 2- 10“ м2.

*др*

*Ответ.’ S ——* 2-10“ м2

1. *Ответ: Fp ——* 50 Н.

-5 10’

1. *Возможное решение.*
	1. Аргон является одноатомным газом, под'зиняющимся урав- нению Клапейрона—Менделеева: *рV —- vRT ,* внутренняя энер-

гия которого пропорциональна температуре: *U —— *

#### 2

'іто *U, —— *

#### 2 2

, так

* 1. С помощью уравнения Клапейрона—Менделеева и условия расширения \* 2 - *\*32* находим коне'тную температуру

внутреннюю энергию газа в коне'тном состоянии

*U ——*

#### 2

* 1. Уменьшение внутренней энергии при расширении

*bU ——* t/ — t/, —— 4 - 3740 Дж.

* 1. В соответствии с первьш на'залом термодинамики умень- шение внутренней энергии газа равно сумме совершенной им работы и отданного им количества теплоты: *b U ——Q+ А , по-*

этому *Q ——bU — А --* 1247 Дж.

*Ответ.- Q -=* 1247 Дж.

37. *Ответ.- А --* 2493 Дж.

1. *Возможное решение.*
	1. При медленном охлаждении газа его можно все время счи- тать равновесньш, поэтому можно пользоваться выражением для внутренней энергии одноатомного идеального газа

*U * и уравнением Клапейрона—Менделеева *рV ——vRT .*

#### 2

Отсюда 

* 1. Поршень движется медленно, сил трения между поршнем и стенками сосуда нет, поэтому давление газа равно давлению окружающего воздуха (процесс изобарен).
	2. Первое на'зало термодинамики для описания изобарного сжатия газа:

*А пешн bU + Q*

где *Аzнеш• ——psx —* работа внешних сил,

*bU ——* 3

*2*

3 *Sx —* изменение внутренней энергии од-

2

ноатомного идеального газа при его изобарном сжатии,

*)Q) —* количество теплоты, отведенное от газа при его охлаж- дении.

Отсюда *psx -- —* 3

2 2

*Ответ. S ——* 30 см .

*Sx , S ——*

1. *Ответ. )Q) ——* 75 Дж.
2. *Возможное решение.*
	1. Поршень будет медленно двигаться, если сила давления га- за на поршень и сила трения со стороны стенок сосуда урав- повесят друг друга: *р S ——Fq,*

откуда *pz* —— *\* ——* 12 - 10’ Па Цp .



* 1. Поэтому при нагревании газа поршень будет неподвижен, пока давление газа не достигнет значения *pzз* В этом процессе газ получает количество теплоты *Q* 2.

Затем поршень будет сдвигаться, увеличивая объем газа, при постоянном давлении. В этом процессе газ получает количест- во теплоты *! z›*

* 1. В процессе нагревания, в соответствии с первым началом термодинамики, газ получит количество теплоты:

*Q --Q* +*Q ——(U - U,) + р Sx -— (U -* U) + >g•

* 1. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа:

3 *p,SL в* начальном состоянии,

2 2

 Ј + х) в конечном состоянии.

#### 2 2

* 1. Из пп. 3, 4 получаем Ј =

2

*Ответ. L ——* 0,3 м.

1. *Ответ. Q —-* 1,65 кДж.
2. *Вожожное решение.*
	1. Коэффициент полезного действия тепловой машины

где *Ар —* работа, совершенная за цикл; *Q —* количество те- плоты, полученное за цикл рабочим веществом тепловой ма- шины от нагревателя; *\Q* — количество теплоты, отданное за цикл рабочим веществом холодильнику.

В рассматриваемом цикле газ получает положительное количе- ство теплоты в изотермическом процессе и отдает в изохорном.

* 1. В изотермическом процессе внутренняя энергия идеального газа не изменяется, следовательно, в соответствии с первым законом термодинамики количество теплоты, полученное га- зом, равно работе газа:

*Q„ —— А.*

* 1. Поскольку в изохорном процессе газ работу не совершает, количество теплоты, отданное газом на изохоре (в соответст- вии с первьві законом термодинамики), равно изменению его внутренней энергии:

#### 2

Подставляя второе и третье соотнотения в первое, получаем значение КПД тепловой машины.

*Ответ.- р*

43. 

44. *Возможное решение.*

При изобарном расширении на участке 1—2 газ получает от на- гревателя количество теплоты *Q* 2, а на участке 3--4 отдает xo- лодильнику в изохорном процессе количество теплоты *Q,4.* На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл *А* равна разности количества теплоты, полученного от нагревателя, и количества теплоты, отданного холодильнику: *А —— Qi2 —* I234

По определению КПД теплового двигателя rJ =

*А* - i —

*Ql2*

что позволяет найти количество теплоты, полученное от на-

#### гревател= f?l2 = l—g'если известно I2 ‹.

Количество теплоты *Q34,* отданное при изохорном охлаждении на участке 3--4, равно уменьшению внутренней энергии газа этом участке: *Q,4* = )AU,4) . Внутренняя энергия идеального га-

за пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа *U --’р RT,* а модуль ее изменения на участ-

ке 3--4:

(AU,4) = 2

В итоге получим:

*Qt2*

l— р 2 l— р

Подставляя значения физических велшіин, получим:

\_ 8,31 265 - 3886 Дж.

2 0,85

Ontвent.‘ *Q,* == 3886 Дж.

45. *Ответ:* = 1,2.

1. *Bosko:xcuoe pemeiiue.*

Ho a an na rpaQHxa iiiixna pa6oTa rada npii nepexone Ho **cOGTOfl-**

riiix 1 a cOCTOsiiHe 2:

iż — 2p, - 2U, = 4p,U,.

KOnri'iecTao TennoTxi, nepepa oe raaoM na iixxn xonOpHJlb Hxy,

cornaciio nepaoMy zarazy TepMoaii auiixii:

### 3

#### 2 2 8

*Omaem.- Q =-* 13 x,f(m.

1. *Omaem. Q -—* 57,5 xQm.
2. *BO3MOoicuoe pemeiiue.*
	1. B **ĄiłHHOM IJHxne** pa6oxee zero na yuiłcTxe 1—2 nouyuaeT no- nowiiTens oe xonHuecTao TennoTsi oT arpeaaTenx:

Ha yvacTxe 2—3 (HoOxopa) pa6ouee Teno oTpaeT xononrmsiiiixy xooiiuecTao TennoTsI *Q„ ——U ż — Ul.*

Haxo en, na y'iacTxe 3—1 (apiia6aTa) aiiem iie cHnsI GwriuaioT

raz, coaepiiiaa pa6ozy l4 I= *U, - U,.*

HOoTouy xonriuecTao TennozsI *Q ),* oTpaiiiioe raaou na iiiixn

xonoarmsiiiixy, mocno npencTaiiiiTb B anne:

*Q (U ż Ul) +(Ul U ) (Uż* i) + jm -

* 1. Monens op oaToMiioro rineansiioro rada:

*pV ——vRT;*

*U --*

### 2

* 1. Cypx no piicyiixy a ycnoarix,

*po -- p, —2 —-* 2p, .

, oTxypa

HOaTouy



3 9

— i 2 *Po o ›*

*А* 1 i 3

t2 *2 P2* —i 2 ’О \*

откуда получаем: 3 2 —*U —-* ЗЛІ2

4. В результате *Q„ —* (3 2 — U) + )Л› 1 = 34a + )Л› = 3370 Дж.

*Ответ.’ Q„ ——*3Л,2 *+ At, -—* 3370 Дж.



50. *Возможное решение.*

Пар в воздухе подчиняется уравнению Клапейрона—Менде- леева

. где *т —* масса пapa, *р* — парциальное давление, *Т —— t +* 273 абсолютная температура воздуха, а *М ——* 18 10°' кг/м' — мо- лярная масса пapa.

Учитывая, что относительная влажность ‹р = *,* подставим в

н

уравнение *р —- цp* и вычислим массу пapa:

*т ——  ~~-~~ М —-  ~~"~~  М- g*

*RT RT*

Подставляя сюда значения физических величин, найдем

*т —-* 5945 -1-18 -10" 038 - э3,3 10-3 .

8,31 309

*Ответ.’ т --* 33,3 г.

*5 І. Ответ.- g =-* 60 %.

52. *Возможное решение.*

Уравнение Клапейрона—Менделеева для водяных паров в co- судах до и после открывания крана:

 

*pzVz ——<z RT,*

*Р‹•* + 2) - i + *z› яТ.*

(2)



Относительная влажность в сосудах до и после открывания крана:

(4)

 (5)

Здесь *pz —* давление насыщенных паров при комнатной тем- пературе.

Объединяя (1)--(5), получим:

&і t + 9z z Оу 3 20 + 034 30 - 0,36 (36%).

Г, + Гz 20 +30

*Ответ.* ‹р ——36%.

*Ответ.* 1,5.

1. *Вожожное решение.*
	1. Относительная влажность ‹р = 100%. В начальном со- стоянии парциальное давление пара в сосуде было равно

i' ioo% *——*0,4p„, гдер„ — давление насыщенного пара.

* 1. Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева *р, —— RT,*

где *Т —* температура пара, Г — объем сосуда, *М —* молярная масса воды, mc — начальная масса водяного пара в сосуде.

* 1. После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьши-

лась до m нe Поэтом *яz -- i'.. ——* < *RT.*

M(F/5)

* 1. Объединяя 1, 2 и 3, получаем: п = — < = 0, 5.



*Ответ.* п ——0,5.

*Ответ: Vzzч ' sонечн* 3

*Возможное решение.*

Согласно первому началу термодинамики, количество тепло- ты, необходимое для плавления льда, равно *bQi —— Lm,* где k — удельная теплота плавления льда. С другой стороны, подве- денное от нагревателя количество теплоты *bQz —— vPt.* В соот-

319

ветствии с заданными условиями Oh - 66 кДж и

*$! ——* 84 кДж, а значит, *bQ < Qz >* поставленная задача вы- полнима.

*Ответ.* поставленная задача выполнима.

1. *Ответ.* поставленная задача невыполнима.
2. *Возможное решение.*

Количество теплоты, вьщеляющееся при сжигании дров:

#### На нагрев воды расходуется количество теплоты

*Q,* ——(1 — *)Q,* (2)

где rJ относительная доля количества теплоты *Q,* рассеянная в

окружающую среду.

Количество теплоты, необходимое для нагревания воды до

#### кипения:

##### *Q• — cM(t• — !о).*

Объединяя соотношения (1H 3), получим

(1 — ij)km

*Ответ. М=-* 2 кг.

1. *Ответ: т ==* 2,4 кг.
2. *Возможное решение.*

Количество теплоты, необходимое для нагревания льда, нахо- дящегося в калориметре, до температуры i: *Q ——с,щ(t —* i ) ') Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении воды до to' 0 °С:

*ii ' \*z (tz t )* (2)

Количество теплоты, вьцlеляющееся при отвердевании воды при 0 °С:

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры *t: Q --mc m,(/,* —i). (4) Уравнение теплового баланса: *Q ——Q* + *Q + Q* . (5)

Объединяя (1Н 5), получаем: m, = 

*Ответ.’ mz -* 15 г.

*Ответ.* t - —8 °С.

1. *Возможное решение.*
	1. Пусть m — масса льда, k — удельная теплота плавления льда, с — удельная теплоемкость воды. Тогда

#### *Q=* Km + cm(' —'3).

* 1. Выразив *Q* из второго уравнения и подставив этот результат в первое уравнение, получим:

(2k —1)a = c(iz — i, ) , откуда

*k ——* 1

2

— i, ) +1 - 0, 63.

*Ответ.* I -- 0, 63 .

*Ответ.* t 16 °С.

1. *Возможное решение.*
	1. Пусть m — масса льда, Х — удельная теплота плавления льда, с — удельная теплоемкость воды. Тогда

— m

## 4

*Q* -г q = От -г cm( — )

* 1. Разделив второе уравнение на первое, получим:



откуда:

\_ 50 103 i+ 4 4200

3,3 10’

(20 —0) - 33,6 кДж

*Ответ.* q - 33,6 кДж.

*Возможное решение.*

Количество теплотьl, полученное льдом при его таянии при 0 °С:

*Q* - От,. (1)

Количество теплоты, полученное водой при ее нагревании от

0 °С до температур 2 °С:

321

*Qz* - с( i + z)( 0 °С) (2)

#### Колзгіество теплоты, отданное водой при охлаждении ее от

температуры I до температуры i :

*Q= cm(t - tg).* (3)

Уравнение теплового баланса:

*Q — Qi + Qz* (4)

Объединяя (134), получаем:

t c(m + щ ч- mz) ч- cmi

cm

\_ -2 4200 (0,3 + 0,2 + 0, 2) + 3,3 -10-’ 0, 2 - 57 °С.

4200-0,3

Ошвет. I - 57 °С.

66. Ответ: 200 г льда.