**Рецензия**
**на сборник дидактических материалов по физике**
**для подготовки и проведения занятий**
**по дополнительной общеобразовательной программе**
**«Физика в задачах 7-8» (второй год обучения),**
**педагога дополнительного образования МБУ ДО ЦТРиГО города Сочи**
**Казанцева Александра Васильевича**

Сборник дидактических материалов по физике Казанцева А.В. актуален для МБУ ДО «Центр творческого развития и гуманитарного образования» города Сочи, решающего важнейшие задачи выявления, сопровождения и развития физико-технически одаренных детей. Этот сборник имеет высокую практическую значимость, поскольку в нем приводится коллекция задач, имеющих вариативные решения, и предлагаются различные способы решения физических задач, демонстрация которых обучающимся стимулирует их на самостоятельный поиск таких решений.

Сборник дидактических материалов по физике полностью готов к применению, хорошо структурирован, последователен, логичен. Разработанные материалы можно использовать в практике дополнительного и общего физико-технического образования с целью повышения качества усвоения учебного материала и подготовки обучающихся к олимпиадам по физике.

Сборник дидактических материалов по физике рассчитан на педагогов, занимающихся подготовкой учащихся, интересующихся точными науками и готовых к интенсивным продуктивным занятиям. Материалы сборника помогут педагогам обеспечить условия для развития познавательных и творческих способностей учащихся при сохранении фундаментальности физического образования и усиления его практической направленности. Через решение предложенных в сборнике задач разными способами можно спроектировать поисковые ситуации в рамках проблемного метода обучения.

В целом представленный сборник дидактических материалов по физике соответствует специфике дополнительного образования детей естественнонаучной направленности и может быть рекомендовано для использования в учреждениях дополнительного образования детей и в общеобразовательных учреждениях.

22.11.2022 г.

Кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры прикладной математики и информатики
факультета информационных технологий и математики
ФГБОУ ВО «Сочинский государственный
университет» А.Р. Симонян

Подпись А.Р. Симоняна удостоверяю:
кандидат технических наук,
декан факультета информационных
технологий и математики
ФГБОУ ВО «Сочинский государственный
университет» Э.А. Пилосян

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЦЕНТР ТВОРЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ г. СОЧИ
(МБУ ДО ЦТРиГО г. Сочи)

# *Сборник дидактических материалов по физике*

для подготовки и проведения занятий
по дополнительной общеобразовательной программе «Физика в задачах 7-8»
(второй год обучения)

## *Часть 1. «Тепловые явления»*

*для педагогов дополнительного образования и учителей общеобразовательных школ*

**Сочи**
**2022 г.**

**Рекомендовано к печати методическим советом МБУ ДО ЦТРиГО г.Сочи (протокол №1 от 12.09.2022 г.)**

Рецензент: кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики факультета информационных технологий и математики ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет» ***А.Р. Симонян***

Автор-составитель педагог дополнительного образования МБУ ДО Центр творческого развития и гуманитарного образования г. Сочи ***А.В. Казанцев***

Сборник дидактических материалов по физике соответствует дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе естественнонаучной направленности «Физика в задачах 7-8» (второй год обучения, возрастная категория 12-15 лет).

## Содержание


Введение 4
1. Повторение материала первого года обучения. 5
   1.1. Основы кинематики 5
   1.2. Основы динамики 8
2. Тепловые явления 15
   2.1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Внутренняя энергия 15
   2.2. Виды теплопередачи 18
   2.3. Количество теплоты. Единицы количество теплоты. 26
   2.4. Энергия топлива. Удельная теплота сгорания . 30
   2.5. Закон сохранения и превращения энергии 32
   2.6. Итоговый тест «Тепловые явления 1» 37
3. Агрегатные состояния вещества 38
   3.1. Плавление и отвердевание кристаллических тел 38
   3.2. Количество теплоты, необходимое для плавления тела и выделяющееся: 41
      3.2.1. При его кристаллизации 41
      3.2.2. При испарении и конденсации 45
      3.2.3. При кипении 48
   3.3. Количество теплоты, необходимое для парообразования и выделяющееся при конденсации 50
   3.4. Количество теплоты, выделяющееся при сгорании топлива 56
   3.5. Тест «Изменение агрегатных состояний вещества» 58
4. Тепловые двигатели 62
5. Контрольная работа по разделу «Тепловые явления» 66
6. Итоговый тест «Тепловые явления 2» 67
7. Олимпиадные задачи 79

Заключение 85
Список использованной литературы 86

## Введение

При обучении физике по базовым программам сказывается постоянная нехватка времени для организации деятельности учащихся по решению нестандартных задач, требующих творческого подхода, активизации мыслительной деятельности, самостоятельности мышления. Необходимо создание условий для активизации мыслительной деятельности ребенка и овладения им общими методами и подходами к решению задач различных типов, в том числе нестандартных.

Сборник дидактических материалов по физике составлен с целью ознакомления педагогов с комплексом задач, в том числе экспериментальных по физике для учащихся для учащихся 7-8 классов (12-15 лет).

Данный сборник дидактических материалов, задач и контрольных заданий в виде тестов представляет собой первую часть единого пособия, задача которого расширить границы школьной учебной практики в освоении таких разделов физики как «Тепловые явления» и «Электрические явления». В данном сборнике собран и методически структурирован материал, посвященный молекулярно–кинетической теории (МКТ) и таким ее ключевым вопросам как внутренняя энергия, виды теплопередачи, количество теплоты, энергия топлива, закон сохранения и превращения энергии, агрегатные состояния вещества. Также в сборнике затронуты основы термодинамики.

Структура сборника дидактических материалов соответствует разделам второго года обучения дополнительной общеобразовательной программы «Физика в задачах 7-8» (возрастная категория 12-15 лет), реализуемой на базе МБУ ДО ЦТРиГО города Сочи, с 2019 года по настоящее время и служит основой для организации обучения мотивированных на дополнительное и углубленное изучение физики школьников. В результате реализации программы, обучающиеся осваивают и применяют методы изучения физических явлений, обретают навыки решения задач повышенной сложности, развивают способность самостоятельной мыслительной и поисково-исследовательской деятельности.

Сборник предназначен для педагогов дополнительного образования, а также учителей общеобразовательных школ, занимающихся подготовкой учащихся 7-8х классов по предмету физика. Сборник дидактических материалов может помочь при подготовке учащихся к олимпиадам по физике.

## 1. Повторение материала первого года обучения.
## 1.1. Основы кинематики

Механическое движение и его характеристики.
Система отсчета. Относительность механического движения.
Равномерное движение. Уравнение движения. Графики S(t), V(t).
Неравномерное движение. Средняя скорость.
Равноускоренное движение. Ускорение.
Свободное падение.
Криволинейное движение.

**Задачи:**

1. Укажите, относительно каких тел пассажир, сидящий в каюте плывущего теплохода, находится в покое и относительно каких тел он движется.

2. Укажите, относительно каких тел ученик, читающий дома книгу, находится в покое и относительно каких тел он движется.

3. Выразите в метрах в секунду следующие скорости: 9 км/ч, 36 км/ч, 108 км/ч, 30 м/мин, 20 см/с.

4. Выразите в метрах в секунду следующие скорости: 18 км/ч, 54 км/ч, 72 км/ч, 120 м/мин, 5 см/с.

5. Во сколько раз поезд, имеющий скорость 54 км/ч, движется быстрее мухи, летящей со скоростью 5 м/с?

6. Самое быстроходное млекопитающее — гепард. На коротких дистанциях он может развивать скорость 112 км/ч. Во сколько раз эта скорость превышает скорость автомобиля, равную 20 м/с?

7. Автобус проехал первые 3 км пути со скоростью 6 м/с, а следующие 13 км - со скоростью 10 м/с. Найдите среднюю скорость автобуса на всем пути.

| Дано: | SI | $V_{ср} = S/t$ , $S = S_1 + S_2$ |
|---|---|---|
| $S = 3$ км | 3000 м | $t_1 = S_1/V_1$, $t_1 = 500$с |
| $V_1 = 6$ м/с | 6м/с | $t_2 = S_2/V_2$, $t_2 = 1300$с |
| $S_2 = 13$ км | 13000м | $V_{ср} = 16000$м$/1800$с$ = 8{,}9$ м/с |
| $V_2 = 10$ м/с | 10м/с | |
| $V_{ср}$ - ? | м/с | Ответ: $V_{ср} = 8{,}9$ м/с |

8. Путь из города *A* в город *B* велосипедист проехал со скоростью 10 км/ч. Обратно он ехал со скоростью 14 км/ч. Чему была равна средняя скорость велосипедиста на всем пути туда и обратно, если расстояние между городами 28 км?

9. Для каждой из перечисленных ниже ситуаций сделайте рисунок и укажите на нем направление ускорения, с которым движется рассматриваемое тело: а) двигаясь вертикально вниз и постепенно уменьшая

свою скорость, вертолет садится на землю; б) оторвавшись от ветки, яблоко падает вниз; в) автобус тормозит у остановки.

10. Для каждой из перечисленных ниже ситуаций сделайте рисунок и укажите на нем направление ускорения, с которым движется рассматриваемое тело: а) автомобиль трогается с места; б) ракета стартует с космодрома; в) горизонтально летящая пуля попадает в земляной вал и застревает в нем.

11. С каким ускорением должен затормозить локомотив, движущийся со скоростью 54 км/ч, чтобы через 30 с остановиться?

| Дано: | СИ | Решение: |
|---|---|---|
| $V_0 = 54$ км/ч | 15 м/с | $a = V_0/t$ |
| $V = 0$ | | |
| $t = 30$ с | 30 с | $a = 15/30$ м/с$^2$ |
| $a$— ? | м/с$^2$ | Ответ: $a = 0{,}5$ м/с$^2$. |

12. Гоночный автомобиль трогается с места и за 7 с разгоняется до скорости 98 м/с. Определите ускорение автомобиля.

13. Пассажирский поезд трогается с места с ускорением 0,075 м/с$^2$. До какой скорости он разгонится за 3 мин?

14. С какой скоростью начала скользить по льду шайба, если через 10 с она остановилась? Ускорение шайбы 1,2 м/с$^2$.

15. За какое время скорость пули в стволе автомата Калашникова увеличивается от 0 до 715 м/с? Ускорение пули 600 000 м/с$^2$.

16. Сколько времени длилось торможение автомобиля до полной остановки, если его начальная скорость была равна 72 км/ч, а ускорение при торможении — 5 м/с$^2$?

17. Мотоциклист трогается с места и за 10 с разгоняется до скорости 54 км/ч. Какой путь он успевает при этом проехать?

18. Трактор, движущийся со скоростью 18 км/ч, начинает тормозить и через 5 с останавливается. Какой путь он успевает проехать за это время?

19. Определите тормозной путь автомобиля, если его торможение длилось 4 с при ускорении 6 м/с$^2$.

20. Космическая ракета стартует с космодрома с ускорением 45 м/с$^2$. Какой путь она пролетит за 4 с?

21. Шарик начинает скатываться по наклонному желобу и за 2с проходит путь 132см. С каким ускорением двигался шарик?

| Дано: | СИ | Решение: |
|---|---|---|
| $V_0 = 0$ | | $S = at^2/2$ |
| $t = 2$ с | 2 с | $2S = at^2$ |
| $S = 132$см | 1,32м | $a = 2S/t^2$ |
| $a$ - ? | | $a = 0{,}66$ м/с$^2$ |

Ответ: $a = 0{,}66$ м/с$^2$.

22. С каким ускорением должен затормозить автобус, чтобы, проехав за 8 с путь 44,8 м, остановиться?

23. По графику скорости, изображенному на рисунке 5, определите: а) начальную скорость тела; б) скорость тела через 6 с; в) ускорение тела; г) путь, пройденный телом за 6 с.

24. По графику скорости, изображенному на рисунке 6, определите: а) начальную скорость тела; б) скорость тела через 5 с; в) ускорение тела; г) путь, пройденный телом за 5 с.

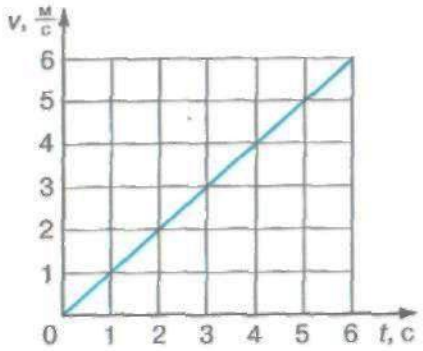


Рис. 5

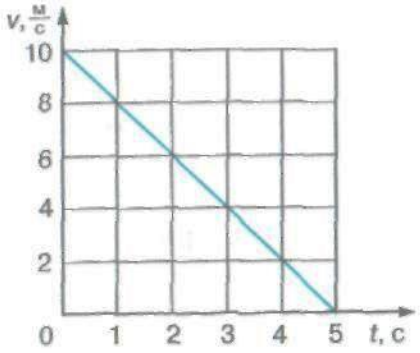


Рис. 6

25. По графику скорости, изображенному на рисунке 92, определите ускорение тела и путь, пройденный телом за 8 с.

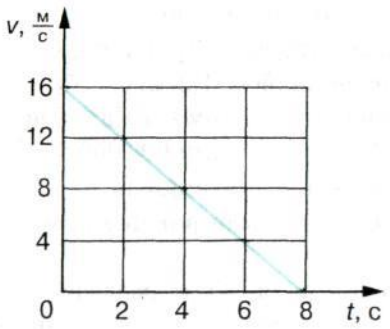


Рис. 92

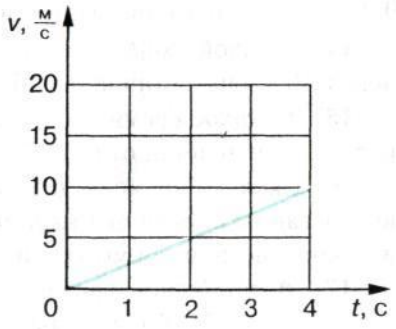


Рис. 93

26. По графику скорости, изображенному на рисунке 93, определите ускорение тела и путь, пройденный телом за 4 с.

27. Чему равно центростремительное ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 1000 м со скоростью 54 км/ч? В какую сторону направлено это ускорение?

28. Автомобиль движется по выпуклому мосту, имеющему радиус кривизны 30 м. Скорость автомобиля 36 км/ч. Чему равно его ускорение? Куда оно направлено?

29. Определите период и частоту вращения часовой стрелки часов.

30. Определите период и частоту вращения минутной стрелки часов.

31. За 100 ч Юпитер (самая большая планета Солнечной системы) совершает примерно 10 оборотов вокруг своей оси. С какой частотой вращается эта планета? Сколько времени длятся сутки на Юпитере?

32. Ротор турбины за 10 с успевает совершить 2000 оборотов. Определите период и частоту вращения турбины.

33. Частота вращения диска 2,5 $с^{-1}$. Сколько оборотов совершит этот диск за 20 с?

34. Период вращения винта вертолета 0,2 с. Сколько оборотов совершает этот винт за 10 с?

35. С какой скоростью и с каким ускорением движутся точки экватора Земли при ее вращении вокруг своей оси? Экваториальный радиус Земли 6378 км.

36. С какой скоростью и с каким ускорением обращается Земля вокруг Солнца? Радиус земной орбиты $150*10^6$ км.

## 1.2. Основы динамики

Законы Ньютона. Плотность. Сложение сил. Силы природы. Вес тела. Давление.

**Задачи:**

37. При вращении точильного камня все его частицы движутся с ним по окружности. Но как только какая-нибудь частичка отрывается от камня, она начинает двигаться по прямой линии. Почему?

38. Почему споткнувшийся человек падает вперед?

39. Может ли тело двигаться в сторону, противоположную направлению действия силы? Что при этом будет происходить с его скоростью? В какую сторону будет направлено его ускорение? Могут ли скорость и ускорение тела все время быть направлены в противоположные стороны?

40. К телу (материальной точке) приложены две равные по величине, но противоположные по направлению силы. Может ли это тело двигаться? Если может, то как: равномерно? равноускоренно? в каком направлении?

41. Какое ускорение будет сообщать камню массой 2 кг сила, равная 20Н?

42. Тело массой 4 кг движется с ускорением 0,5 $м/с^2$. Чему равна сила, сообщающая телу это ускорение?

43. Масса яблока 40 г. С какой силой оно притягивается Землей? Сколько времени оно будет падать с яблони, если ветка, на которой оно висело, находилась на высоте 2,4 м?

| Дано: | СИ | Решение: |
|---|---|---|
| $m=40$ г | 0,04 кг | $F_т=mg$, |
| $s=2{,}4$ м | 2,4 м | $F_т=0{,}04\cdot 10$ Н$=0{,}4$ Н, |
| $a=g\approx 10$ м/с$^2$ | 10 м/с$^2$ | $s=\frac{at^2}{2}$, |
| $F_т$ — ? | ... Н | $at^2=2s$, |
| $t$ — ? | ... с | $t^2=\frac{2s}{a}$, |
| | | $t=\sqrt{\frac{2s}{a}}$, |
| | | $t=\sqrt{\frac{2\cdot 2{,}4}{10}}$ с$\approx 0{,}7$ с. |
| | | Ответ: $F_т=0{,}4$ Н; $t=$ 0,7 с |

44. На высоте 2,4 м висит груша массой 30 г. Чему равна сила тяжести, действующая на нее? С какой скоростью ударится о землю эта груша, если она сорвется с ветки?

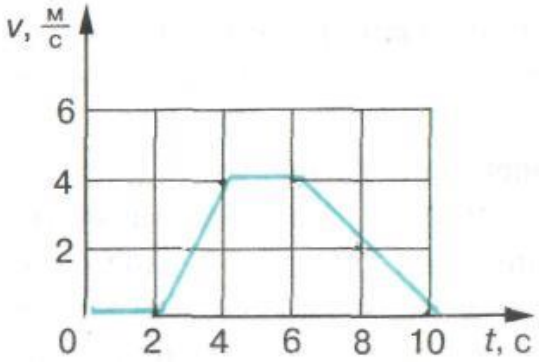



Рис. 94

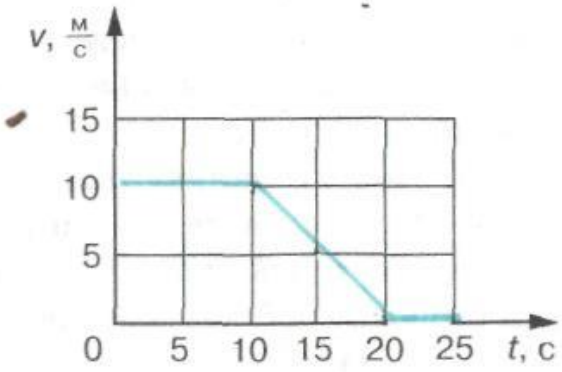



Рис. 95

45. На рисунке 94 изображен график зависимости скорости тела от времени. Опишите характер движения тела. На каком из участков тело покоится? Движется с постоянной скоростью? разгоняется? движется с уменьшающейся скоростью? Чему равно ускорение тела на каждом участке? Какой путь проходит тело за все время движения? Определите силу, действующую на тело на каждом участке, если масса тела равна 2 кг.

46. На рисунке 95 изображен график зависимости скорости тела от времени. Опишите характер движения тела. На каком из участков тело покоится? движется с постоянной скоростью? движется с уменьшающейся скоростью? Чему равно ускорение тела на каждом участке? Какой путь проходит тело за все время движения? Определите силу, действующую на тело на каждом участке, если масса тела равна 10 кг.

47. Сила тяги автомобиля 1000Н, сила сопротивления его движению 700Н. Чему равна равнодействующая этих сил?

Дано:

$F_1$ = 1000 Н

$F_2$ = 700 Н

Решение:

Чтобы найти равнодействующую двух сил, направленных в противоположные стороны, надо из значения большей силы вычесть значение меньшей силы: $F = F_1-F_{2j}$ F=1000 Н - 700 Н = 300 Н.

Ответ: F = 300 Н.

48. Человек спускается на парашюте. Сила тяжести парашютиста вместе с парашютом 700 Н. Чему равна сила сопротивления воздуха, если движение парашютиста является равномерным?

49. Автобус массой 15 т трогается с места под действием силы тяги 15кН. Чему равно ускорение автобуса, если действующая на него сила сопротивления равна 4,5 кН?

| Дано: | СИ | Решение: |
|---|---|---|
| $m = 15$ т | 15 000 кг | $a = \frac{F}{m}$, |
| $F_1 = 15$ кН | 15 000 Н | $F = F_1 - F_2$, |
| $F_2 = 4{,}5$ кН | 4500 Н | $F = 15\,000$ Н $- 4500$ Н $=$ |
| | | $= 10\,500$ Н, |
| $a$ — ? | ... м/с$^2$ | $a = \frac{10\,500}{15\,000}\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0{,}7\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. |
| | | Ответ: $a = 0{,}7$ м/с. |

50. Какое ускорение сообщит электровоз железнодорожному составу массой 3250 т, если при трогании с места он развивает силу тяги 650 кН? Сила сопротивления движению 162,5 кН.

51. Какую силу следует приложить к ящику массой 20 кг, чтобы приподнять его с ускорением 1 м/с$^2$?

52. Камень массой 3 кг падает в воздухе с ускорением 8 м/с$^2$. Найдите силу сопротивления воздуха.

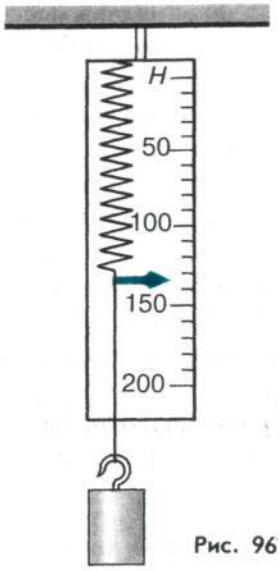


Рис. 96

Рис. 97

53. На рисунке 96 изображен динамометр с грузом. Определите цену деления динамометра. Чему равны сила тяжести груза и его вес?

54. На рисунке 97 изображен динамометр с грузом. Определите цену деления динамометра. Чему равны сила тяжести груза и его вес?

55. На деревянной доске лежит деревянный брусок массой 50 г. Удастся ли его сдвинуть с места, приложив к нему в горизонтальном направлении силу, равную 0,25 Н? Максимальная сила трения покоя дерева по дереву составляет примерно 0,6 от его веса.

56. Какую наименьшую силу следует приложить к стальному бруску, находящемуся на горизонтальной деревянной поверхности, чтобы сдвинуть его с места? Максимальная сила трения покоя стали по дереву составляет примерно 0,55 веса бруска. Масса бруска 1 кг.

57. На столе лежит груз массой 2 кг. Чему равна сила реакции, действующая на этот груз со стороны стола? Найдите вес этого груза.

58. На земле лежит ящик массой 6 кг. Чему равны сила реакции опоры, приложенная к ящику, и его вес? Сделайте рисунок, изобразив на нем эти силы.

59. В ракете находится космонавт массой 85 кг. Во время старта ракеты сила реакции опоры, действующая на космонавта, увеличилась до 1700 Н. Во сколько раз увеличился при этом вес космонавта?

60. Пассажир лифта поставил на пол чемодан весом 40 Н. Когда лифт начал опускаться вниз, сила реакции опоры, действующая на чемодан, уменьшилась до 35 Н. На сколько при этом уменьшился вес чемодана?

61. Человек прижимает к вертикальной стене деревянный брусок. С какой силой давит на брусок человек, если сила реакции стены составляет 5Н?

62. Лошадь везет телегу. Но по третьему закону Ньютона телега тянет лошадь назад с точно такой же по величине силой, с какой лошадь тянет телегу вперед. Тогда почему же именно лошадь везет телегу, а не наоборот? Почему они вообще движутся?

63. На весах уравновешен сосуд, наполовину заполненный водой. Нарушится ли равновесие весов, если осторожно опустить в воду палец, причем так, чтобы он не касался дна и стенок сосуда?

64. Птица находится в закрытом ящике, стоящем на одной из чаш весов. Пока птица сидит на дне ящика, весы уравновешиваются гирями, положенными на другую чашу. Нарушится ли равновесие весов, если птица будет парить в воздухе внутри ящика?

Рис.147

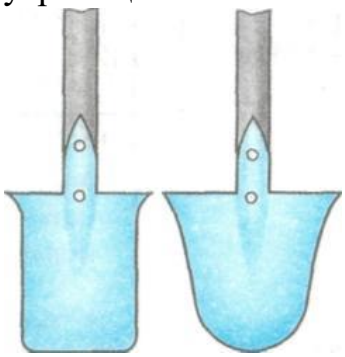


Рис. 148

65. На чем основан способ спасения человека, провалившегося под лед, изображенный на рисунке 147?

66. Два человека вскапывают землю лопатами разной формы (рис. 148). Какой лопатой легче копать?

67. На полу стоит мальчик массой 45 кг. Какое давление он производит на пол, если общая площадь подошв обоих его ботинок, соприкасающихся с полом, равна 300 $см^2$?

68. Гусеничный трактор массой 6610 кг имеет опорную площадь обеих гусениц 1,4 $м^2$. Определите давление этого трактора на почву. Во сколько раз оно больше давления, производимого на пол мальчиком, о котором говорилось в предыдущей задаче?

69. Человек нажимает на лопату с силой 600 Н. Какое давление оказывает лопата на почву, если ширина ее лезвия 20 см, а толщина режущего края 0,5мм?

| Дано: | СИ | Решение: |
|---|---|---|
| $F=600$ Н | 600 Н | $p=\frac{F}{S}$, |
| $a=20$ см | 0,2 м | $S=ab$, |
| $b=0,5$ мм | 0,0005 м | $S=0,2\cdot0,0005$ м$^2$$=0,0001$ м$^2$, |
| $p-?$ | ... Па | $p=\frac{600\text{ Н}}{0,0001\text{ м}^2}=6\,000\,000$ Па. |
| | | Ответ: $p=6$ МПа. |

70. Девочка массой 45 кг стоит на лыжах. Длина каждой лыжи 1,5 м, ширина 10 см. Какое давление оказывает девочка на снег? Сравните его с давлением, рассчитанным в задаче 67.

71. Стоя на поверхности Луны, американский астронавт оказывал на лунный грунт давление, равное 21,3 кПа. Определите массу астронавта (со снаряжением), если от его ботинок остались следы, площадь каждого из которых 410 см$^2$.

72. С какой силой оса вонзает свое жало в кожу человека, если площадь острия жала 0,000000000003 см$^2$, а производимое им давление составляет $3*10^{10}$ Па?

73. Определите давление нефти на дно цистерны, если высота столба нефти 10 м, а ее плотность 800 кг/м$^3$.

74. Вычислите давление воды на дно Марианской впадины, глубина которой 11022 м. Плотность воды считать равной 1030 кг/м$^3$.

75. В бочке с водой на расстоянии 40 см от ее верха имеется отверстие, закрытое пробкой. Площадь отверстия 1 см$^2$. Чему равна сила давления воды на пробку?

76. В цистерне, заполненной нефтью, на глубине 4 м установлен кран. Площадь сечения крана 30 см$^2$. С какой силой нефть давит на кран?

77. Бак, имеющий форму параллелепипеда длиной 1,2 м, шириной 70 см и высотой 50 см, наполнили керосином. Определите давление и силу давления керосина на дно бака. Каково давление керосина на стенки бака на глубине 40 см?

78. В аквариум длиной 30 см и шириной 20 см налита вода до высоты 25 см. Определите давление и силу давления воды на дно аквариума.

79. В сообщающихся сосудах находятся вода и керосин (см. рис. 107). Чему равна высота столба керосина, если высота столба воды равна 8 см?

80. Когда в сообщающихся сосудах (см. рис. 107) керосин заменили другой жидкостью, то при высоте столба воды 4,5 см высота другой жидкости оказалась равной 5 см. Какой жидкостью заменили керосин?

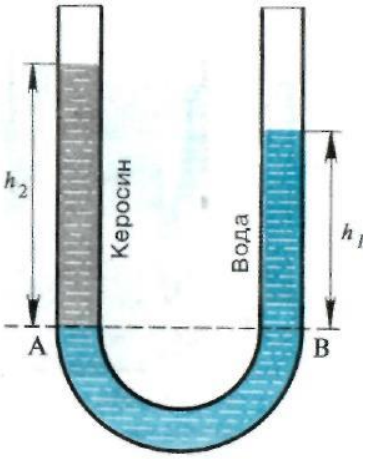



Рис. 107

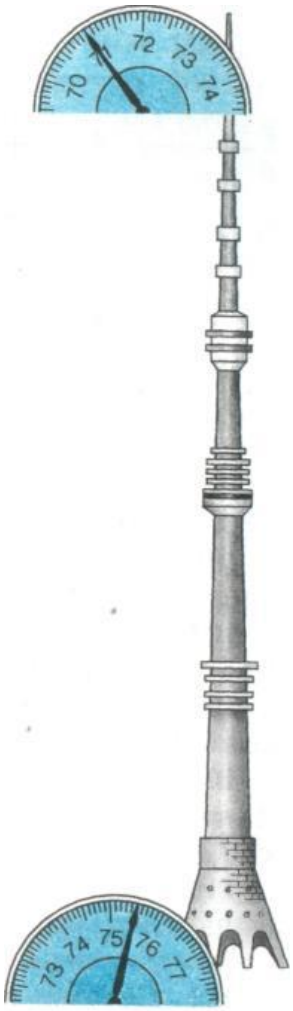



Рис. 149

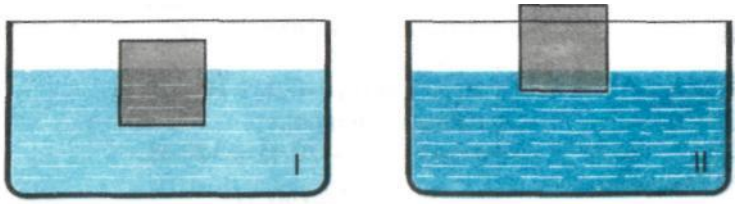



Рис. 150

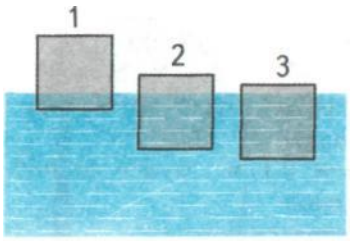



Рис. 151

81. Выразите в паскалях следующие давления: 1 мм рт. ст.; 750 мм рт.ст.

82. Выразите в мм рт. ст. следующие давления: 1 Па; 100 кПа.

83. У подножия горы барометр показывает давление 760 мм рт. ст., а на ее вершине — 722 мм рт. ст. Какова примерно высота горы?

84. Вычислите примерную высоту телевизионной башни в Останкино. Атмосферное давление у ее подножия и у вершины определите по рисунку 149.

85. Вес тела в воздухе 20 Н. Определите вес этого тела в масле, если в масле на него действует выталкивающая сила 5 Н.

86. В воздухе тело весит 35 Н, а в керосине — 30 Н. Чему равна архимедова сила, действующая на это тело в керосине?

87. На рисунке 150 изображено одно и то же тело, плавающее в жидкости. Плотность какой жидкости больше? Почему?

88. На рисунке 151 изображены три бруска, плавающие в пресной воде. Определите, какой из этих брусков изготовлен из пробки, какой — изо льда, какой — из дерева. Ответ обоснуйте.

89. Тело плавает в пресной воде, полностью погрузившись в нее. Как будет вести себя это тело в керосине? в соленой воде? в спирте?

90. Поплавок изготовлен из древесины, плотность которой в 2 раза меньше плотности воды. Как будет располагаться поплавок в воде? Сделайте рисунок.

91. Что больше весит в воздухе: тонна дерева или тонна железа? Почему?

92. Массы кирпича и куска железа одинаковы. Какое из этих тел легче удержать в воде? Почему

93. Определите выталкивающую силу, действующую на камень объемом 1,6м$^3$ в морской воде.

94. Чему равна архимедова сила, действующая в стакане с водой на кусочек железа объемом 1 см$^3$?

95. Тело объемом 0,6 м3 плавает на поверхности воды. Какой объем имеет та часть этого тела, которая выступает над водой, если действующая на него архимедова сила равна 5 кН?

96. Тело объемом 0,4 м$^3$ плавает на поверхности воды. Чему равна действующая на него выталкивающая сила, если над поверхностью воды выступает 0,1 м$^3$ этого тела?

97. Сколько весит в воде чугунная гиря объемом 0,002 м$^3$? Плотность чугуна 7000 кг/м$^3$.

**Дано:**

$V = 0{,}002$ м$^3$

$\rho = 7000$ кг/м$^3$

$\rho_ж = 1000$ кг/м$^3$

$P$ — ?

**Решение:**

Вес тела в воде

$P = P_0 - F_A$.

Вес тела в воздухе

$P_0 = mg = \rho V g$,

$P_0 = 7000 \cdot 0{,}002 \cdot 10$ Н $= 140$ Н.

Архимедова сила

$F_A = \rho_ж g V$,

$F_A = 1000 \cdot 10 \cdot 0{,}002$ Н $= 20$ Н.

Следовательно,

$P = 140$ Н $- 20$ Н $= 120$ Н.

Ответ: $P = 120$ Н.

98. Сколько весит в ртути золотое изделие массой 193 г? Плотности ртути и золота равны соответственно 13 600 кг/м$^3$ и 19 300 кг/м$^3$.

99. Тело имеет массу 130 кг и объем 0,2 м$^3$. Будет ли оно плавать в воде?

100. Тело имеет массу 80 кг и объем 0,1 м$^3$. Будет ли оно плавать в бензине?

101. В море плавает ледяной айсберг. Какая часть объема айсберга находится под водой? Плотности льда и морской воды равны соответственно 900 кг/м$^3$ и 1030 кг/м$^3$.

Дано:

$\rho = 900$ кг/м$^3$

$\rho_ж = 1030$ кг/м$^3$

$\frac{V_ж}{V}$ — ?

Решение:

Запишем условие плавания айсберга в форме уравнения (48.4):

$\rho V = \rho_ж V_ж$.

Отсюда

$$\frac{V_ж}{V} = \frac{\rho}{\rho_ж},$$

$$\frac{V_ж}{V} = \frac{900}{1030} = 0{,}87.$$

Ответ: $V_ж/V = 0{,}87$ (т. е. 87%).

102.Кусок пробки плавает в баке с керосином. Какая часть объема пробки погружена в керосин?

103. Кусок угля в воде весит 10 Н, а в керосине—12,5 Н. Определите по этим данным плотность угля.

104. Цепь выдерживает нагрузку 85 кН. Можно ли на этой цепи удержать гранитную плиту объемом 4 м$^3$: а) в воздухе; б) под водой? Плотность гранита 3000 кг/м$^3$.

105. Воздушный шар имеет объем 1600 м$^3$. Какая подъемная сила действует на шар в воздухе плотностью 1,2 кг/м$^3$ (такую плотность воздух имеет на высоте 200 м), если сила тяжести, действующая на шар, равна 4500Н?

106. Определите подъемную силу, действующую на шар-зонд, находящийся на высоте 10 км, если сила тяжести, действующая на него, равна 20 Н. Плотность воздуха на данной высоте 0,41 кг/м$^3$. Объем шара 20м$^3$.

## 2. Тепловые явления

Ключевые понятия. Молекулы, их движение и взаимодействие. Диффузия. Броуновское движение. Связь температуры со скоростью движения молекул. Внутренняя энергия. Виды теплопередачи. Плавление и кристаллизация, поглощение и выделение энергии.

Испарение и конденсация, поглощение и выделение энергии.

Тепловые машины.

Относительная влажность воздуха.

### 2.1. Основные положения МКТ. Внутренняя энергия

Объяснить свойства тел можно с помощью «Молекулярной физики», в основе которой лежат три основных положения.

Первое положение утверждает – все вещества состоят из молекул, разделенных промежутками. Доказательствами этого положения служат следующие опытные факты:

1) окрашивание жидкости, существование растворов и сплавов; 2) расширение тел при нагревании; 3) фотографии молекул, полученные при помощи электронного микроскопа.

Второе положение утверждает – молекулы, из которых состоят вещества беспрерывно и хаотически движутся. Доказательством этого служат явление диффузии – самопроизвольное перемешивание разных молекул, приводящее к выравниванию их концентрации и броуновское движение - движение частиц, взвешенных в жидкости или газе под ударами движущихся молекул.

Третье положение - молекулы взаимодействуют между собой, доказательством чего служат: существование твердых и жидких тел; возникновение сил упругости при деформации тел; явление смачивания и основанные на нем склеивание и спаивание деталей.

Интенсивность броуновского движения и скорость протекания диффузии возрастают с возрастанием температуры, из чего можно сделать вывод, что скорость движения молекул тем больше, чем выше температура.

Хаотическое движение частиц, из которых состоят тела, называют тепловым движением. Тепловое движение отличается от обычного механического движения тем, что его интенсивность зависит от температуры тела, и в нем всегда участвуют очень много частиц, движущихся по очень сложным и запутанным траекториям.

Итак, вещества состоят из взаимодействующих и движущихся молекул, следовательно, уже поэтому обладают энергией, которая называется внутренней.

Энергия движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело, называется внутренней энергией.

Внутренняя энергия зависит от количества молекул, расстояния между ними, скорости их движения. Следовательно, изменить внутреннюю энергию можно двумя способами - путем совершения работы, растягивая или сжимая тело, и путем теплопередачи, нагревая или охлаждая тело.

$\Delta U = A + Q$ – первый закон термодинамики

$\Delta U$ – изменение внутренней энергии

A – работа над телом

Q – количество теплоты – *физическая величина, равная изменению внутренней энергии, происшедшей в результате только теплопередачи*.

Теплопередача может осуществляться тремя способами: теплопроводностью, конвекцией и излучением.

$$Q = cm\Delta t^0, \text{ где}$$

C – удельная теплоемкость; m – масса тела, $\Delta t^0$ – изменение температуры.

Количество теплоты, выделяющееся при сгорании топлива, называется теплотой сгорания.

$$Q = qm, \text{ где}$$

q – удельная теплота сгорания – количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кг топлива.

При решении задач на тепловые процессы используется *уравнение теплового баланса* - количество теплоты, отданное при охлаждении, равно количеству теплоты, полученному при нагревании.

**Задания и упражнения**

1. Два серебряных слитка имеют одинаковую температуру, но различную массу. Какой из слитков обладает большей внутренней энергией?

2. В одном из сосудов вода, в другом вода со льдом. Масса воды равна массе воды со льдом. Вода или вода со льдом имеет больший запас внутренней энергии? Почему?

Заполните схему

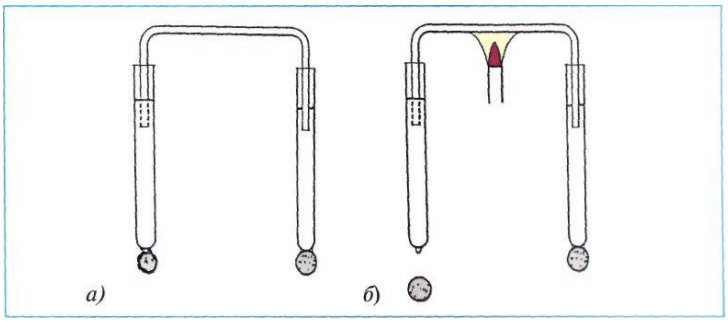
## ТЕСТ

Внутренняя энергия детали после ее обработки на токарном станке:

1. уменьшилась в результате теплопередачи;
2. уменьшилась за счет совершения работы;
3. увеличилась за счет теплопередачи;
4. увеличилась за счет совершения работы;
5. среди ответов нет правильного.

## 2.2. Виды теплопередачи

Теплопроводность - вид теплопередачи, осуществляемый при столкновении «быстрых» и «медленных» молекул. В результате происходит увеличение кинетической энергии «медленных» молекул и уменьшение «быстрых».




3. В пробирке с ртутью и водой опущен медный провод. Ко дну пробирок прикреплены кусочки воска (рис.а). При нагревании провода газовой горелкой один из кусочков воска быстро плавится и отпадает (рис.б). Определите, в какой из пробирок ртуть и в какой вода. Объясните почему. Отпадет ли от пробирки второй кусочек воска при дальнейшем нагревании.

4. Почему двойные оконные рамы лучше сохраняют тепло, чем одинарные со стеклами двойной толщины?

5. Почему ткани из хлопка являются плохими проводниками теплоты?

6. Как следует носить меховое пальто для сохранения тепла: мехом наружу или мехом внутрь? Почему?

**ТЕСТЫ**

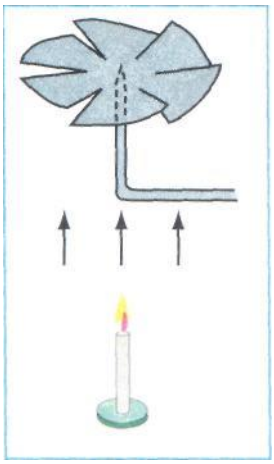
1. Наибольшей теплопроводностью обладает:

1 вода; 2 воздух; 3 дерево; 4 медь; 5 бумага

2. Наименьшей теплопроводностью обладает:

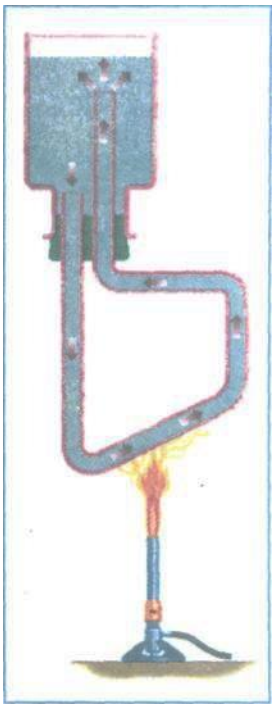
1 вода; 2 воздух; 3 дерево; 4 медь; 5 бумага

**Конвекция** – вид теплопередачи, осуществляемый струями газа или жидкости.



8. Объясните, почему вращается вертушка над свечой.

9. В каком из трех положений горящая спичка сгорит быстрее?



9.Почему снег на крыше располагается в виде полосок?

10. Почему вода циркулирует в системе в указанном направлении?

**Тест**

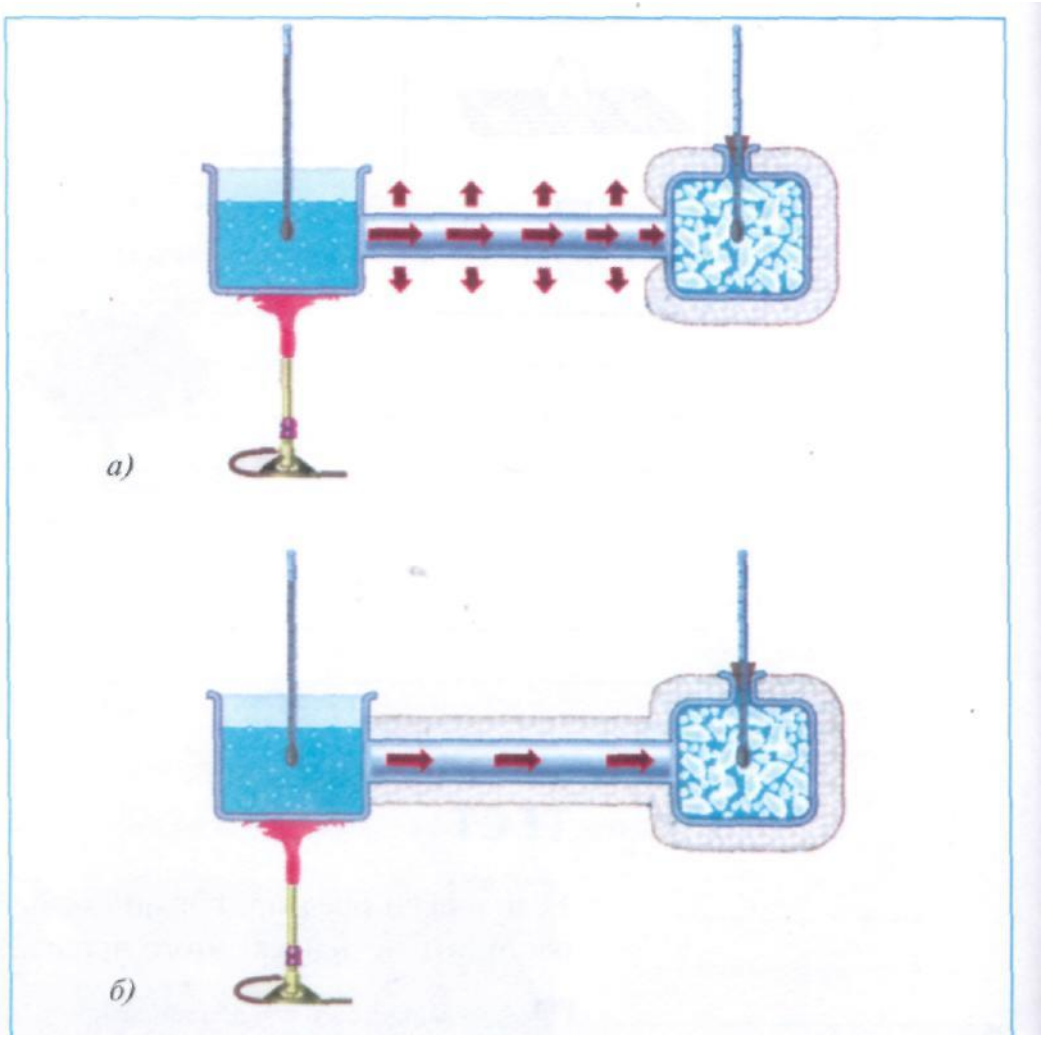
Если в печи предварительно сжечь бумагу, то растопить печь после этого проще, так как:

1. Увеличивается теплопроводность воздуха;
2. Увеличивается тяга вследствие конвективных потоков;
3. Нагреваются стены печи;
4. В нагретом воздухе быстрее загораются дрова;
5. Среди ответов нет правильного.

**Излучение** - *вид теплопередачи, осуществляемый посредством электромагнитного поля*.

11. Газовая горелка находится между двумя одинаковыми стальными пластинами. Правая пластина отполирована до блеска, а левая окрашена в черный цвет. С внешней стороны к пластинам с помощью жидкого парафина прикрепляются пробки, после чего парафин остывает и затвердевает. Какая из пробок упадет при плавлении парафина достаточно быстро? Почему?

12. Два сосуда (с кипящей водой и тающим льдом) соединены медным стержнем без теплоизоляции (рис.а) и с теплоизоляцией (рис.б). В каком случае лед расплавится раньше и почему?




13. В какой цвет должны быть окрашены батареи центрального отопления для их максимальной теплоотдачи в помещение? Почему?

14. Почему белый автомобиль нагревается под солнцем меньше, чем черный?

15. Почему в жарких странах здания окрашивают в белый цвет, а жители носят одежду светлых оттенков?

16. Какой из двух одинаковых хромированных чайников быстрее охлаждается и почему, если один из них чистый, а другой покрыт слоем сажи?

17. Почему зеркальные стекла зданий уменьшают потери тепла зимой и предотвращают нагрев летом?

18. Одинаковые кубики льда заворачивают: один — в алюминиевую фольгу, другой — в черную бумагу, и помещают их в освещенное солнцем место. Что произойдет и почему?

## Тест

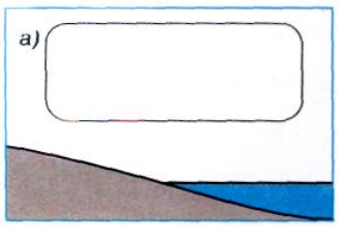
1. Крышка кастрюли используется:
   1) для увеличения теплопроводности;
   2) для уменьшения конвекции;
   3) для уменьшения теплопроводности;
   4) для увеличения излучения;
   5) для увеличения конвекции.

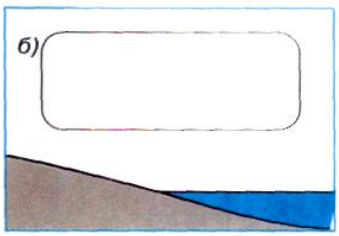
2. Наружная поверхность внутренней части стеклянного баллона термоса покрывается зеркальным металлическим покрытием:
   1) чтобы усилить конвекцию жидкости в баллоне;
   2) чтобы уменьшить теплопроводность;
   3) чтобы ослабить излучение между баллоном и футляром;
   4) чтобы ослабить конвекцию жидкости в баллоне;
   5) среди ответов нет правильного.

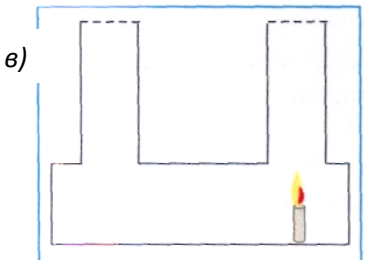
3. Внутренняя поверхность наружной части стеклянного баллона термоса покрывается зеркальным металлическим покрытием:
   1) чтобы уменьшить теплопроводность вакуума между
   2) оболочками;
   3) из эстетических соображений;
   4) так как энергия излучения, падающего снаружи, охлаждает внутреннюю часть баллона;
   5) так как покрытие отражает энергию излучения, падающего снаружи;
   6) среди ответов нет правильного.

## Примеры теплопередачи в природе и технике

1. Покажите стрелками направление воздушных потоков на берегу моря днем (рис. а) и ночью (рис. б) и объясните их происхождение.




2. Покажите направление циркуляции воздуха на рис. в. Можно ли подобную схему использовать для вентиляции помещения? Почему?

3. Почему весной снег быстрее тает в городе, чем в лесу?

4. Для хранения жидких газов в сосуде Дьюара используется колба с двойными стеклянными стенками, между которыми откачан воздух. Это позволяет:

1) уменьшить тепловое излучение;
2) уменьшить вес сосуда;
3) уменьшить теплопроводность сосуда;
4) уменьшить конвекционные потоки;
5) среди ответов нет правильного.

## Тесты для контроля уровня усвоения материала

### Тест «Тепловое движение. Температура. Внутренняя энергия»

1. Температура — это физическая величина, характеризующая...

а) ...способность тел совершать работу.

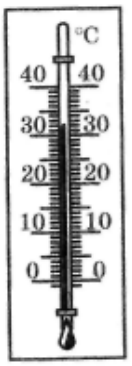
б) ...разные состояния тела.

в) ...степень нагретости тела.

2. Единица измерения температуры...

а) ...джоуль. б) ...паскаль.

в) ...ватт. г) ...градус Цельсия.




3. Какую температуру воздуха зафиксировал изображенный на рисунке термометр? Какова погрешность измерения им температуры?

а) 30,5 °С; 0,5 °С. в) 32 °С; 1 °С.

б) 32 °С; 0,5 °С. г) 30 °С; 1 °С.

4. Температура тела зависит от...

а) ...его внутреннего строения. б) ...плотности его вещества.

в) ...скорости движения его молекул. г) ...количества в нем молекул.

5. В одном стакане находится теплая вода (№ 1), в другом - горячая (№2), в третьем — холодная (№ 3). В каком из них температура воды самая высокая, в каком — молекулы воды движутся с наименьшей скоростью?

а)№2;№3. б)№3;№2. в)№1;№3. г)№2;№1.

6. Чем отличаются молекулы горячего чая от молекул этого же чая, когда он остыл?

а) Размером. в) Числом атомов в них.

б) Скоростью движения. г) Цветом.

7. Какие из перечисленных явлений тепловые?

а) Падение на пол ложки. в) Таяние на солнце снега.

б) Разогревание на плите супа. г) Купание в бассейне.

Какое движение называют тепловым?

а) Движение тела, при котором оно нагревается.

б) Постоянное хаотическое движение частиц, из которых состоит тело.

в) Движение молекул в теле при высокой температуре.

9. Какие молекулы тела участвуют в тепловом движении? При какой температуре?

а) Находящиеся на поверхности тела; при комнатной температуре.

б) Все молекулы; при любой температуре.

в) Расположенные внутри тела; при любой температуре.

г) Все молекулы; при высокой температуре.

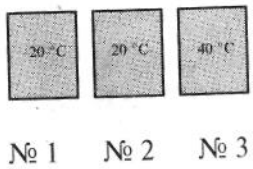
10. Внутренняя энергия — это энергия частиц тела. Она состоит из...

а) ...кинетической энергии всех молекул.

б) ...потенциальной энергии взаимодействия молекул.

в) ...кинетической и потенциальной энергий всех молекул.

11. В каком сосуде газ, находящийся при одном и том же давлении, обладает наименьшей внутренней энергией?




№ 1 № 2 № 3

**а)** № 1.

**б)** № 2.

**в)** № 3.

12. В комнате в одинаковых сосудах под поршнем находятся равные массы углекислого газа. В каком сосуде газ обладает наибольшей энергией при положениях поршней, показанных на рисунке?

№ 1 № 2 № 3

**а)** № 1.

**б)** № 2.

**в)** № 3.

13. Какой энергией обладает шар-зонд, запущенный метеорологами?

а) Кинетической.

б) Потенциальной.

в) Внутренней.

г) Всеми этими видами энергии.

## Тест «Способы изменения внутренней энергии тела»

1. В каком из приведенных случаев внутренняя энергия тела изменяется?

а) Камень, сорвавшись с утеса, падает все быстрее и быстрее.

б) Гантели подняты с пола и положены на полку.

в) Электроутюг включили в сеть и начали гладить белье.

г) Соль пересыпали из пакета в солонку.

2. Какими способами можно изменить внутреннюю энергию тела?

а) Приведением его в движение.

б) Совершением телом или над ним работы.

в) Подняв его на некоторую высоту.

г) Путем теплопередачи.

3. Изменение внутренней энергии какого тела происходит в результате теплопередачи в названных ситуациях?

а) Нагревание сверла, когда делают отверстие с помощью дрели.

б) Понижение температуры газа при его расширении.

в) Охлаждение пачки масла в холодильнике.

г) Нагревание колес движущегося поезда.

4. В каком примере внутренняя энергия тела изменяется «в результате совершения механической работы?

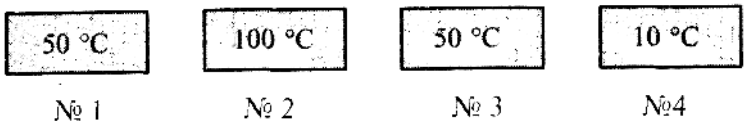
а) Чайная ложка опущена в стакан с горячей водой.

б) При резком торможении грузовика от тормозов пошел запах гари.

в) В электрочайнике закипает вода.

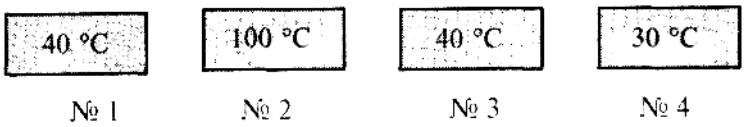
г) Замерзшие руки человек согревает, прижав их к теплому радиатору.

5. Металлические бруски (см. рис.) имеют разную температуру. Два из них надо соединить торцами так, чтобы их внутренняя энергия не изменилась. Какие это должны быть бруски?




а) № 1 и № 2. б) № 1 и № 3. в) № 3 и № 4. г) № 2 и № 4.

6. В контакт с каким бруском следует привести брусок №1, чтобы возникла теплопередача, при которой его внутренняя энергия уменьшится?




а) №2. б) № 3. в) № 4. г) С любым.

7. При соединении с каким из приведенных на рисунке в предыдущем задании брусков возникнет процесс теплопередачи, при котором внутренняя энергия бруска № 2 будет возрастать?

а) № 1. в) №4.

б) № 3. г) Такого бруска на рисунке нет.

**Тест «Виды теплопередачи»**

1. Теплопроводность — это...

а) ...явление изменения внутренней энергии тел.

б) ...явление передачи внутренней энергии от одной части тела к другой или от одного тела к другому при их контакте.

в) ...распространение внутренней энергии по телу.

г) ...нагревание одних тел и охлаждение других при их взаимодействии.

2. Какие твердые тела обладают хорошей теплопроводностью?

а) Пластмассовые. б) Деревянные.

в) Резиновые. г) Металлические.

3. Какие вещества из названных здесь обладают плохой теплопроводностью?

а) Шерсть и бумага. в) Сталь и бумага.

б) Латунь и шерсть. г) Цинк и медь.

4. Во что лучше всего завернуть кастрюлю, чтобы сохранить ее содержимое горячим?

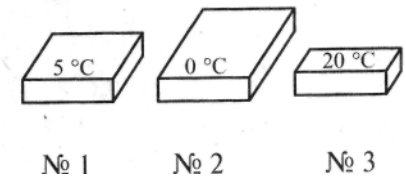
а) Газету. в) Фольгу.

б) Пуховое одеяло. г) Полотенце.

5. В каком состоянии — твердом, жидком, газообразном — вещество обладает наибольшей теплопроводностью?

а) Жидком. б) Твердом. в) Газообразном.

6. Какое из этих трех тел сможет при контакте с двумя другими увеличить их внутреннюю энергию благодаря теплопроводности?




а)№1. б) №2. в)№3.

7. Конвекция — это...

а) ...явление циркуляции жидкости или газа.

б) ...вид теплопередачи, отличающийся от теплопроводности.

в) ...явление нагревания или охлаждения газов и жидкостей.

г) ...вид теплопередачи, при которой энергия переносится струями жидкости или газа.

8. В каком случае происходит вынужденная конвекция?

а) Согревание помещения электронагревателем с вентилятором.

б) Нагревание воздуха стоящим на полу баком с кипятком.

в) Обогревание северных районов Европы Гольфстримом.

г) Образование прохладного ветерка вблизи водоема.

9. В каких телах — твердых, жидких, газообразных — возможна теплопередача конвекцией?

а) Твердых. в) Газообразных.

б) Жидких. г) Во всех.

10. Почему для возникновения конвекции в жидкости ее надо подогревать снизу?

а) Иначе жидкость не прогреется.

б) Потому что нагретые верхние слои жидкости, как более легкие, останутся наверху.

в) Потому что подогревать сверху неудобно.

11. Каким способом осуществляется теплопередача от Солнца к Земле?

а) Теплопроводностью. в) Излучением.

б) Конвекцией. г) Всеми этими способами.

12. Какие тела излучают энергию?

а) Горячие. в) Холодные.

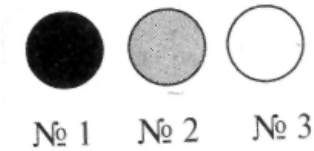
б) Теплые. г) Все тела.

13. Тело излучает энергию тем интенсивнее, чем...

а) ...оно больше. в) ...быстрее оно движется.

б) ...больше его плотность. г) ...выше его температура.

14. Эти шары нагреты и имеют одинаковую температуру, но разный цвет: черный, серый, белый. Какой из них остынет быстрее всего?




а)№1 б) № 2 в)№3 г) шары остынут одновременно

15. Чтобы поверхность тела, например, дирижабля, как можно меньше нагревалась солнцем, ее покрывают краской. Какую краску следует выбрать для этого: черную, синюю, красную, серебристую?

а) Черную. б) Синюю. в) Красную. г) Серебристую.

16. В твердых телах энергия передаётся...

а) ...теплопроводностью. в) ...излучением.

б) ...конвекцией. г) ...всеми тремя видами теплопередачи.

17. В жидкостях и газах теплопередача осуществляется...

а) ...теплопроводностью. в) ...излучением.

б) ...конвекцией. г) ...всеми тремя видами теплопередачи.

18. В вакууме энергия передается...

а) ...теплопроводностью. в) ...излучением.

б) ...конвекцией. г) ...другим способом.

19. Какой способ теплопередачи позволяет людям греться у костра?

а) Излучение.

б) Теплопроводность.

в) Конвекция.

20. Как изменится температура тела, если оно теряет при излучении меньше энергии, чем получает от окружающих тел?

а) Его температура не изменится.

б) Она повысится.

в) Понизится.

## 2.3. Количество теплоты. Единицы количества теплоты

Энергию, которую получает тело при тепловом обмене без совершения работы, называют количеством теплоты. Количество теплоты, необходимое для нагревания или охлаждения тела, может быть рассчитано по формуле:

$$Q = cm(t_2 - t_1).$$

Здесь с — удельная теплоемкость тела — количество теплоты, необходимое для нагревания единицы массы вещества на один градус.

При решении задач на тепловые процессы используется уравнение теплового баланса — количество теплоты, отданное при охлаждении, равно количеству теплоты, полученному при нагревании.

Переход вещества из твердого состояния в жидкое называется плавлением, а обратный процесс — кристаллизацией. Количество теплоты, необходимое для плавления тела, рассчитывается по формуле:

$$Q = \lambda m,$$

где $\chi$ — удельная теплота плавления — количество теплоты, необходимое для плавления единицы массы вещества.

Переход вещества из жидкого состояния в газообразное называется парообразованием, а обратный процесс - конденсацией. Количество теплоты, необходимое для парообразования жидкости, можно рассчитать по формуле:

$$Q = rm.$$

Здесь r- удельная теплота парообразования

## Тест «Количество теплоты»

1. Количество теплоты — это...

а) ...изменение внутренней энергии при излучении.

б) ...энергия, которую тело получает или отдает при теплопередаче.

в) ...работа, которая совершается при нагревании тела.

г) ...энергия, получаемая телом при нагревании.

2. Количество теплоты зависит от…

а) ...массы тела.

б) ...того, на сколько градусов изменилась его температура.

в) ...вещества, из которого оно состоит.

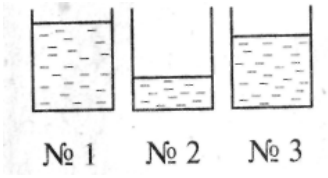
г) ...всех этих причин.

3. В каком случае телу передано большее количество теплоты, когда ею нагрели от 0°С до 10°С (№ 1), от 10°С до 20°С (№ 2), от 20°С до 30°С (№3)?

а) №1. в) № 3.

б) №2. г) Количества теплоты одинаковы.

4. В каком из этих одинаковых сосудов вода нагреется до самой высокой температуры, если ее Начальная температура одна и та же и сосуды получают равные количества теплоты?




а)№1 б) №2 в)№3.

5. Количество теплоты измеряют в...

а) джоулях. в) калориях.

б) ваттах. г) паскалях.

6. Выразите количества теплоты, равные 6000 Дж и 10 000 кал, в килоджоулях.

а) 6 кДж и 4,2 кДж. в) 6 кДж и 42 кДж.

б) 60 кДж и 42 кДж. г) 60кДжи4,2кДж.

7. Переведите количества теплоты, равные 7,5 кДж и 25 кал, в джоули.

а) 750Дж и 10,5Дж. б) 7500Дж и 105Дж. в) 750Дж и 105 Дж. г) 7500 Дж и 10,5 Дж.

8. Чтобы нагреть чашку воды, потребовалось количество теплоты, равное 600 Дж. На сколько и как изменилась внутренняя энергия воды?

а) На 600 Дж; уменьшилась. б) На 300 Дж; увеличилась.

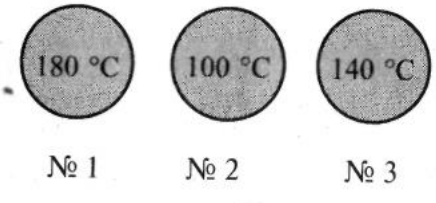
в) На 300 Дж; уменьшилась. г) На 600 Дж; увеличилась.

9. При нагревании воды ей передано 400 Дж энергии. Какое количество теплоты выделится при ее охлаждении до первоначальной температуры?

а) 100Дж. в) 400Дж.

б) 200Дж. г) Для ответа нужны дополнительные данные.

10. Одинаковые шары нагреты до указанных на рисунке температур. Какому из них надо сообщить наименьшее количество теплоты, чтобы довести температуру до 300 °С?




**а)** № 1.

**б)** № 2.

**в)** № 3.

## Тест «Удельная теплоемкость»

1. Удельная теплоемкость — это физическая величина, которая показывает...

а) ...какое количество теплоты необходимо передать телу, чтобы его температура изменилась на 1 °С.

б) ...каким количеством теплоты можно нагреть тело массой 1 кг.

в) ...какое количество теплоты требуется передать телу массой 1 кг, чтобы его температура увеличилась на 1 °С.

2. Удельная теплоемкость измеряется в...

а) $\frac{Дж}{с}$.

б) $\frac{Дж}{кг \cdot °С}$.

в) $\frac{Н}{м^2}$.

г) $\frac{кг}{м^3}$.

3. Удельная теплоемкость зависит от …

а) ...массы тела.

б) ...того, на сколько изменилась температура тела.

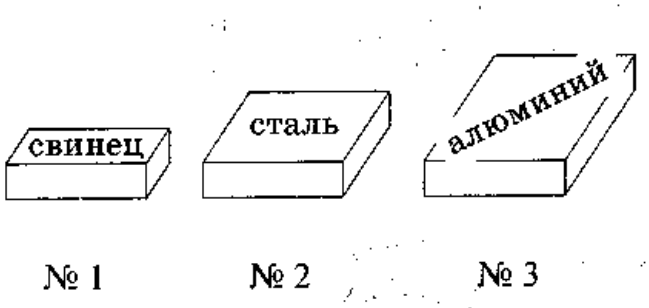
в) ...рода вещества, из которого состоит тело.

4. Какое количество теплоты потребуется для повышения температуры на 1°С кусков олова и меди массой по 1 кг?

а) 230Дж и 400Дж. в) 230Дж и 40Дж.

б) 23Дж и 40Дж. г) 23Дж и 400Дж.

5. Одинаково нагретые металлические бруски равной массы внесены в холодное помещение. Какой из них выделит наибольшее количество теплоты?




а) № 1.
б) № 2.
в) № 3.
г) Для ответа нет нужных данных.

6. В сосуды налиты имеющие одинаковые температуры жидкости равной массы: подсолнечное масло, вода и керосин. Какая из них нагреется меньше всего, если им сообщить одинаковые количества теплоты?

а) Масло. б) Вода. в) Керосин.

7. В три сосуда налит кипяток порциями равной массы. В один из них опустили стальной шар (№ 1), в другой — медный (№ 2), в третий — железный (№ 3). В каком из сосудов температура воды при этом понизится больше? (Начальные температуры и массы шаров одинаковы).

а) №1. б) №2. в) №3.

8. Для нагревания куска цинка массой 5кг на 10°С необходимо количество теплоты, равное 20 кДж. Какова удельная теплоемкость цинка?

а) $4000\frac{Дж}{кг\cdot °С}$.  в) $400\frac{Дж}{кг\cdot °С}$.

б) $200\frac{Дж}{кг\cdot °С}$.  г) $40\frac{Дж}{кг\cdot °С}$.

9. Определите удельную теплоемкость латуни, если при остывании на 20°С ее стержня массой 400 г выделилось количество теплоты, равное 3,2кДж.

**Тест «Расчет количества теплоты»**

1. Если на нагревание 1,5кг воды на 10°С потребовалось 63 кДж, то какое количество теплоты будет необходимо для нагревания на то же число градусов 7,5 кг воды?

а) 31,5кДж. б) 315кДж. в) 840Дж. г) 75кДж.

2. При остывании на 15 °С тело потеряло количество теплоты, равное 2500 Дж Сколько теплоты оно потеряет, остывая на 45 °С?

а) 75Дж. в) 7500Дж.

б) 750Дж. г) 75кДж.

3. Медный и стальной шары массой по 0,5 кг, находившиеся при комнатной температуре (20 °С), опущены в кипяток. На нагревание какого и: них будет затрачено большее количество теплоты? Во сколько раз?

а) Стального; в 1,25 раза. в) Стального; в 1,5 раза.

б) Медного; в 1,25 раза. г) Медного; в 1,5 раза.

4. По какой формуле рассчитывают количество теплоты, которое необходимо передать телу для его нагревания и которое оно передает окружающим телам при остывании?

а) $F = g\rho h$. б) $Q = cm(t_2-t_1)$. в) $F=g\rho V$.

5. Вычислите количество теплоты, необходимое для того, чтобы повысить температуру стального бруска массой 7 кг от комнатной (20 °С) до 140 °С.

а) 42кДж. в) 490кДж.

б) 49кДж. г) 420кДж.

6. Каким количеством теплоты можно нагреть медный стержень массой 0,3 кг на 50 °С?

а) 600Дж.

б) 6000 Дж.

в) 60000 Дж.

г) Среди ответов нет верного.

7. Чугунная плита массой 100 кг, нагревшаяся на солнце до 80 °С, оказавшись в тени, остыла до 20 °С. Какое количество теплоты выделилось при этом?

а) $4000\frac{Дж}{кг\cdot °С}$.  в) $200\frac{Дж}{кг\cdot °С}$.

б) $2000\frac{Дж}{кг\cdot °С}$.  г) $400\frac{Дж}{кг\cdot °С}$.

а) 324 кДж. в) 3240 кДж.

б) 32,4 кДж. г) 32400 кДж.

8. В алюминиевой кастрюле массой 200 г нагрели 1,2 кг воды от 20°С до 70°С. Какое количество теплоты пошло на это?

а) 252кДж. в) 275,2кДж.

б) 242,8кДж. г) 261,2кДж.

9. Сколько воды удастся нагреть на 60°С, сообщив ей 504 кДж?

а) 20 кг.

б) 2 кг.

в) 200 г.

10. Когда в бак горячей воды массой 10 кг с температурой 90°С налили холодную воду с температурой 10°С и, перемешав, измерили температуру, она оказалась равной 35°С. Сколько холодной воды было налито в бак?

а) 22 кг. в) ≈25,7 кг.

б) 36 кг. г) ≈16кг.

## 2.4. Энергия топлива. Удельная теплота сгорания

Для нагревания тел часто используют энергию, выделяющуюся при сгорании топлива. Обычное топливо (уголь, нефть, бензин) содержит углерод. При горении атомы углерода соединяются с атомами кислорода, содержащегося в воздухе, в результате чего образуются молекулы углекислого газа. Кинетическая энергия этих молекул оказывается больше, чем у исходных частиц. Увеличение кинетической энергии молекул в процессе горения и называют выделением энергии.

Энергия, выделяющаяся при полном сгорании топлива, называется теплотой сгорания этого топлива.

Теплота сгорания топлива (или количество теплоты, выделяющееся при его сгорании) зависит от вида топлива и его массы. Чем больше масса топлива, тем большее количество теплоты выделится при его полном сгорании.

Физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании 1 кг топлива, называется **удельной теплотой сгорания** этого топлива.

Удельную теплоту сгорания топлива обозначают буквой q и измеряют в джоулях на килограмм (Дж/кг).

$q$ — удельная теплота сгорания топлива.

Количество теплоты, выделяющееся при сгорании произвольной массы топлива, находят по формуле

$$Q = qm$$

*Чтобы, найти количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании топлива произвольной массы, нужно удельную теплоту сгорания этого топлива умножить на его массу.*

Вопросы: 1. Что имеют в виду, когда говорят о выделении энергии при сгорании топлива? 2. Какую величину называют удельной теплотой сгорания топлива? 3. В каких единицах измеряют удельную теплоту сгорания топлива? 4. Удельная теплота сгорания нефти равна 4,4-107 Дж/кг. Что показывает это число?

**Тест**

1. Источник энергии топлива —

а) ...движение его молекул.

б) ...взаимодействие его молекул.

в) ...соединение при его горении атомов в молекулы.

2. Удельная теплота сгорания топлива — это физическая величина, показывающая...

а) ...какое количество теплоты выделяется при полном сгорании 1 кг топлива.

б) ...сколько энергии выделяется при сгорании топлива.

в) ...какое количество теплоты можно получить, сжигая имеющееся топливо.

3. Удельная теплота сгорания топлива измеряется в...

**а)** джоулях.

**в)** $\frac{\text{Дж}}{\text{с}}$.

**б)** $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$.

**г)** $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

4. По какой формуле вычисляют количество теплоты, выделяющееся при сгорании топлива?

**а)** $F = gm$.

**в)** $Q = cm(t_2 - t_1)$.

**б)** $Q = qm$.

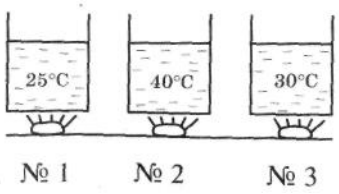
**г)** $A = Nt$.

5. Какое топливо — сухие дрова (№ 1), антрацит (№ 2) или нефть (№ 3) — выделит при полном сгорании равных их масс наименьшую энергию? какое - наибольшую?

а) №1;№2. б) № Г; № 3.

в) №3;№1. г) №2;№3.

6. Сосуды с водой, начальная температура которой была 10 °С, нагревались в пламени горящих кусков торфа, дров и каменного угля (их массы равны). Под каким сосудом сгорел торф?




**а)** № 1.

**б)** № 2.

**в)** № 3.

7. Сухие дрова, масса которых 0,44 т, или нефть массой 100 кг выделит при полном сгорании большее количество теплоты?

а) Сухие дрова.

б) Нефть.

в) Выделятся одинаковые количества теплоты.

## 2.5. Закон сохранения и превращения энергии

1. Закон сохранения механической энергии утверждает, что...

а) ...движущиеся тела обладают кинетической энергией.

б) ...поднятые на высоту или деформированные тела обладают потенциальной энергией.

в) ...кинетическая энергия тела переходит в потенциальную и наоборот.

г) ...при всех превращениях энергии полная механическая энергия остается постоянной.

2. Какая формула выражает закон сохранения механической энергии?

**а)** $E_k = \frac{mv^2}{2}$. **в)** $E = E_к + E_п$.

**б)** $E_п = gmh$. **г)** $Q = qm$.

3. В каком из приведенных случаев происходит превращение механической энергии во внутреннюю энергию?

а) Кусочек свинца ударами молотка расплющивают в пластинку.

б) Горный поток воды, перетекая с уступа на уступ, попадает наконец в речное русло на равнине.

в) Самолет идет на посадку и приземляется.

г) Упавший на пол мяч отскакивает от него.

4. В каком из названных здесь примеров внутренняя энергия превращается в механическую?

а) Первобытный человек добывал огонь трением одного куска дерева о другой.

б) Крышка чайника, в котором кипит вода, подпрыгивает.

в) Распиливающая бревно пила нагревается.

г) От вращающегося точильного камня, когда к нему прижимают лезвие ножа, отлетают искры — раскаленные частицы металла.

5. При теплопередаче более холодное тело получает такое количество теплоты, какое...

а) ...необходимо для его нагревания.

б) ...нужно, чтобы температура тел сравнялась.

в) ...отдает тело с более высокой температурой, остывая до общей одинаковой температуры.

6. Один из основных законов природы — закон сохранения и превращения энергии выполняется...

а) ...в тех явлениях, в которых происходит превращение механической энергии из одного вида в другой.

б) ...когда механическая энергия превращается во внутреннюю энергию.

в) ...когда внутренняя энергия превращается в механическую.

г) ...всегда — при любых явлениях, происходящих в природе.

7. При забивании молотом в грунт сваи произведена работа 12 кДж. Какая энергия и на сколько изменилась при этом?

а) Внутренняя энергия сваи; на 12 кДж.

б) Внутренняя энергия сваи и молота; на 12 кДж.

в) Механическая энергия молота и сваи; на 6 кДж каждого из этих тел.

г) Внутренняя энергия сваи, молота и грунта; в сумме на 12 кДж.

## Итоговый тест «Тепловые явления 1»

**I вариант**

1. Температура тела зависит от...

а) ...количества в нем молекул.

б) ...скорости движения частиц, из которых состоит тело,

в)...их размеров.

г) ...расположения молекул в теле.

2. В пробирках находится ртуть во всех трех состояниях: в одной — в жидком, в другой — газообразном (пар), в третьей — твердом. Чем отличаются частицы ртути в этих пробирках?

а) Ничем. б) Размером.

в) Скоростью движения и расположением.

3. Какую энергию называют внутренней энергией тела?

а) Энергию теплового движения частиц тела.

б) Кинетическую и потенциальную энергию всех частиц тела.

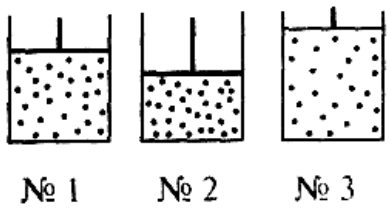
в) Энергию их взаимодействия.

4. Изменение какой физической величины свидетельствует об изменении внутренней энергии тела?

а) Кинетической энергии тела. в) Температуры тела.

б) Его потенциальной энергии. г) Его скорости движения.

5. В каком из сосудов внутренняя энергия расширяющегося газа под поршнем наименьшая? Его массы и температуры в сосудах одинаковы.



№ 1 № 2 № 3

**а)** № 1.

**б)** № 2.

**в)** № 3.

6. Укажите два способа изменения внутренней энергии газа.

а) Теплопередача.

б) Приведение газа в движение.

в) Подъем его на некоторую высоту.

г) Совершение газом или над ним работы.

7. Имеются два тела, температура которых 25 °С (№ 1) и 75 °С (№ 2). Внутренняя энергия какого из них будет уменьшаться в процессе теплопередачи между ними?

а) № 1.

б) №2.

в) Она не изменится.

г) Обоих тел увеличится.

8. Какое из названных веществ обладает наилучшей теплопроводностью?

а) Мех. в) Древесина.

б) Резина. г) Серебро.

9. В каком теле — газообразном, жидком, твердом — конвекция невозможна?

а) Газообразном. в) Твердом.

б) Жидком. г) Таких тел нет.

10. В каком случае телу передано меньшее количество теплоты, когда его нагрели на 14°С (№ 1) или на 42°С (№ 2)? Во сколько раз?

а) № 1; 3 раза. в) № 1; 2 раза.

б) № 2; 3 раза. г) № 2; 2 раза.

11. В каких единицах измеряют количество теплоты?

а) Ньютонах и килоньютонах. в) Паскалях и мм рт. ст.

б) Ваттах и мегаваттах. г) Джоулях и калориях.

12. Удельная теплоемкость кирпича 880Дж/кг0С. Какое количество теплоты потребуется для нагревания одного кирпича массой 1 кг на 1 °С?

а) 8800 Дж. в) 880 Дж.

б) 880 кДж. г) 88 Дж.

13. Вычислите количество теплоты, необходимое для повышения температуры стальной заготовки на 200 °С. Ее масса 35 кг.

а) 3,5 .104Дж. в) 17,5. 104Дж.

б) 17,5 .105Дж. г) 3,5.106Дж.

14. 3-литровая стеклянная банка массой 200 г с горячей водой, температура которой 90 °С, остывает до 20 °С. Считая температуру банки равной температуре воды, рассчитайте, какое выделяется количество теплоты?

а) 893200 Дж. б) 870800 Дж. в) 994000 Дж. г) 89320 Дж.

15. Для нагревания свинцового шара на 20 °С израсходовано 1400 Дж энергии. Какова масса шара?

а) 5 кг б) 2,5 кг. в) 0,5 кг. г) 0,25 кг.

16. Удельная теплота сгорания топлива показывает...

а) ...какое количество теплоты можно получить от разных видов топлива.

б) ...сколько энергии выделяет топливо при полном сгорании.

в) ...какое количество теплоты выделится при полном сгорании 1 кг данного вида топлива.

17. По какой формуле вычисляют количество теплоты, выделяемое при сгорании топлива?

а) P=gm в) A=Nt

б) Q = qm. г) F = pS.

18. В костре сожгли 15 кг сухих дров. Какое количество теплоты получили при этом тела, находящиеся вокруг костра?

а) 1,5.107Дж. в) ≈0,7.105Дж.

б) ≈7.105Дж. г) 15.107Дж.

19. Закон сохранения механической энергии заключается в том, что...

а) ...полная механическая энергия тела сохраняется постоянной, если на него не действует сила трения.

б) ...в разных механических явлениях кинетическая энергия тела переходит в потенциальную, а потенциальная энергия переходит в кинетическую.

в) ...тело может одновременно обладать как потенциальной, так и кинетической энергией.

20. Какой известный вам физический закон называют одним из основных законов природы?

а) Закон сохранения и превращения энергии.

б) Закон Паскаля.

в) Закон Гука.

г) Закон Архимеда.

**II вариант**

1. Температура тела повысится, если...

а) ...его молекулы будут взаимодействовать сильнее.

б) ...увеличится его масса.

в) ...скорость его молекул возрастет.

2. Тепловое движение — это...

а) ...быстрое движение тела, при котором оно нагревается.

б) ...движение молекул в нагретом (теплом) теле.

в) ...постоянное хаотическое движение частиц, из которых состоит тело.

3. Внутренняя энергия тела зависит от...

а) ...теплового движения частиц, из которых состоит тело.

б) ...его внутреннего строения.

в) ...количества молекул, входящих в состав тела.

г) ...потенциальной и кинетической энергий всех частиц тела.

4. Температуру тела повысили с 20°С до 60°С. Какая энергия и как изменилась при этом?

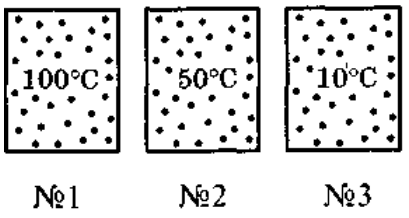
а) Кинетическая энергия частиц тела — одна из составляющих его внутренней энергии; повысилась.

б) Кинетическая энергия тела; повысилась.

в) Внутренняя энергия; уменьшилась.

г) Потенциальная энергия частиц тела — другая составляющая внутренней энергии; увеличилась.

5. Массы одного и того же газа в сосудах одинаковы. В каком сосуде внутренняя энергия газа наименьшая?




а) № 1.

б) № 2.

в) № 3.

6. Какими двумя способами можно изменить внутреннюю энергию тела?

а) Сообщив телу большую скорость.

б) Подняв тело на меньшую высоту.

в) Теплопередачей.

г) Совершением работы телом или над телом.

7. Температура одного тела —10°С, другого —20°С. Если привести их в соприкосновение, то температура какого тела будет повышаться?

а) Первого. в) Теплопередача не произойдет.

б) Второго. г) Температуры обоих тел будут повышаться.

8. Что из названного обладает самой малой теплопроводностью?

а) Медь. в) Железо.

б) Пористый кирпич. г) Вакуум.

9. Внутренняя энергия при теплопроводности передается…

а) ...в результате взаимодействия частиц и передачи при этом их кинетической энергии от одних к другим.

б) ...путем взаимодействия тел и изменения при этом их скорости.

в) ...в результате перемещения нагретых частей тела к холодным.

10. По какой формуле рассчитывают количество теплоты, полученное нагреваемым телом или выделенное остывающим телом?

а) $Q = qm$. в) $Q = cm(t_2 – t_1)$

б) $F=k(l_2-l_1)$. г) $p=g\rho h$.

11. В каких единицах измеряют удельную теплоемкость веществ?

а) кг/м$^3$ в) Дж/с

б) Дж/кг °С г) Н/м$^2$

12. Какое количество теплоты потребуется для нагревания 10 кг меди на 1 °С?

а) 40 Дж. б) 400 Дж. в) 4000 Дж.

13. Ведро горячей воды, температура которой 100 °С, а масса 10 кг, остывает до комнатной температуры (20 °С). Какое количество теплоты вода отдает окружающим телам и воздуху?

а) 3360кДж. б) 336кДж. в) 33,6кДж. г) 3360Дж.

14. Алюминиевая кастрюля массой 100 г с 2 л воды нагрета от 10 °С до 90 °С. Какое количество теплоты затрачено на это?

а) 679360 Дж. в) 67936 Дж.

б) 745600 Дж. г) 74560 Дж.

15. Остывая, медный цилиндр массой 3 кг отдал окружающей среде количество теплоты, равное 54 кДж. На сколько градусов понизилась его температура?

а) 4,5°С. в) 18°С.

б) 45°С. г) 135°С.

16. В случае теплообмена между телами закон сохранения и превращения энергии проявляется в том, что...

а) ...тело, имеющее высокую температуру, передает энергию телу, обладающему низкой температурой.

б) ...передача энергии может происходить до установления любой температуры тел.

в) ...количество теплоты, отданное одним телом, равно количеству теплоты, полученному другим телом.

17. В каких явлениях и процессах выполняется закон сохранения и превращения энергии?

а) во всех. б) в механических явлениях. в) в тепловых процессах.

## 2.6. Агрегатные состояния вещества

Зимой вода на поверхности озер и рек замерзает, превращаясь в лед. Подо льдом вода остается жидкой. Здесь одновременно существуют два различных *агрегатных состояния* воды — твердое (лед) и жидкое (вода). Существует и третье состояние воды — газообразное: невидимый водяной пар находится в окружающем нас воздухе.

Различные агрегатные состояния существуют у каждого вещества. Отличаются эти состояния друг от друга не молекулами, а тем, как эти молекулы расположены и как движутся. Особенности расположения молекул в различных агрегатных состояниях одного и того же вещества — воды — иллюстрирует рисунок 76.

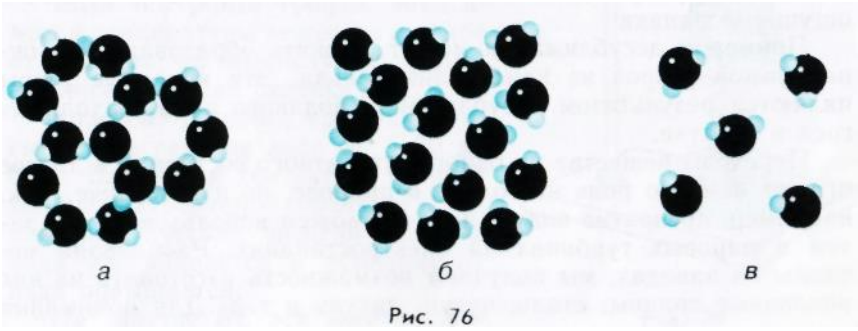


Рис. 76

При определенных условиях вещества могут переходить из одного состояния в другое. Все возможные при этом превращения отображены на рисунке 77. Буквы Т, Ж и Г обозначают соответственно твердое, жидкое и газообразное состояния вещества; стрелки указывают направление, в котором протекает тот или иной процесс.

Всего различают шесть процессов, при которых происходят агрегатные превращения вещества.

Переход вещества из твердого (кристаллического) состояния в жидкое называется **плавлением,** обратный процесс называется **кристаллизацией** или **отвердеванием.** Пример плавления — таяние льда, обратный процесс происходит при замерзании воды.

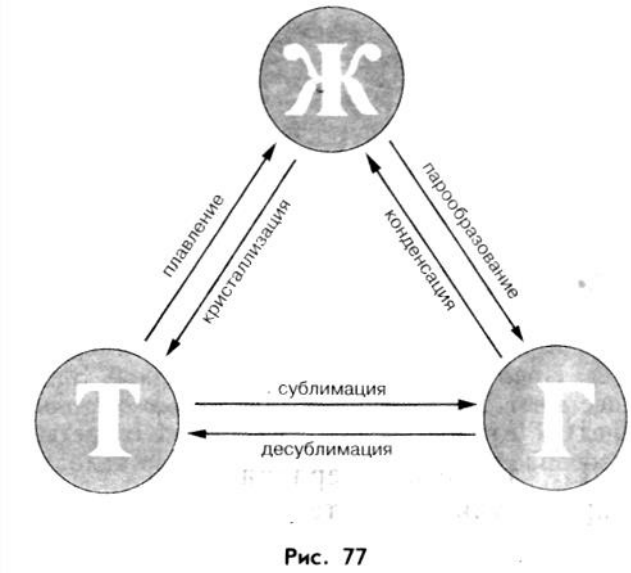


Рис. 77

Переход вещества из жидкого состояния в газообразное называется **парообразованием,** обратный процесс называется **конденсацией** (от латинского слова «конденсатио» — уплотнение, сгущение). Пример парообразования — испарение воды, конденсацию можно наблюдать при образовании росы.

Переход вещества из твердого состояния в газообразное (минуя жидкое) называется **сублимацией** (от латинского слова «сублимо» — возношу) или **возгонкой,** обратный процесс называется **десублимацией.** Например, графит можно нагреть до тысячи, двух тысяч и даже трех тысяч градусов, и тем не менее в жидкость он **не** превратится: он будет сублимироваться, т. е. из твердого состояния сразу переходить в газообразное. Сразу в газообразное состояние (минуя жидкое) переходит и так называемый «сухой лед» (твердый оксид углерода $CO_2$), который можно увидеть в контейнерах для хранения и транспортировки мороженого. Все запахи, которыми обладают твердые тела (например, нафталин), также обусловлены возгонкой: вылетая из твердого тела, молекулы образуют над ним газ (или пар), который и вызывает ощущение запаха.

Примером десублимации может служить образование на окнах зимой узоров из кристалликов льда. Эти красивые узоры являются результатом десублимации водяного пара, находящегося в воздухе.

Переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое играют важную роль не только в природе, но и в технике. Так, например, превратив воду в пар, мы можем использовать его затем в паровых турбинах на электростанциях. Расплавляя металлы на заводах, мы получаем возможность изготовить из них различные сплавы: сталь, чугун, латунь и т. д. Для понимания всех этих процессов надо знать, что происходит с веществом при изменении его агрегатного состояния и при каких условиях это изменение возможно. Об этом и пойдет речь в следующих параграфах.

Вопросы: 1. Назовите три агрегатных состояния вещества. 2. Перечислите все возможные процессы, при которых вещество переходит из одного агрегатного состояния в другое. 3. Приведите примеры возгонки и десублимации. 4. Какие практические применения агрегатных превращений вы знаете? 5. Какой буквой (а, б или в) на рисунке 76 обозначено твердое состояние воды, жидкое и газообразное?

## 3. Агрегатные состояние вещества
## 3.1. Плавление и отвердевание кристаллических тел

Чтобы расплавить твердое кристаллическое тело, ему необходимо передать некоторое количество теплоты.

Проделаем опыт. Наполним коническую колбу мелкими кусочками льда. Вставив в нее термометр и закрыв колбу пробкой, начнем ее нагревать (рис. 78). Мы увидим, что ни при — 15 °С, ни при — 10 °С, ни при —5 °С со льдом ничего особенного происходить не будет: он по-прежнему будет

оставаться твердым. Изменения начнут происходить при 0°С. С этого момента лед будет плавиться, превращаясь в воду, и, до тех пор пока весь лед не растает, его температура останется неизменной. Температура вещества в колбе вновь начнет повышаться лишь после того, как в ней останется одна вода. Когда эта вода нагреется до 20 °С, выключим горелку.

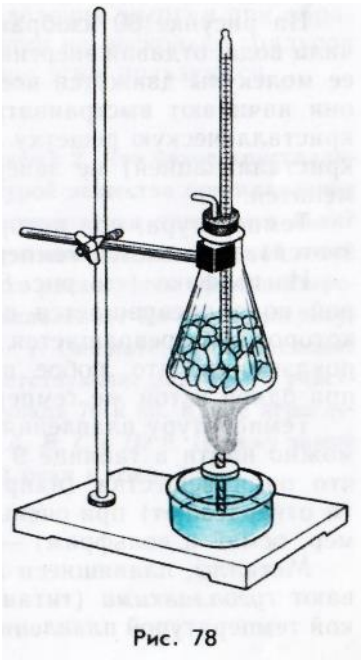


Рис. 78

Если построить график зависимости температуры вещества в колбе от времени, то мы получим линию, изображенную на рисунке 79.

Участок *AB* этого графика описывает нагревание льда от —20 до 0°С. Благодаря контакту с горячей колбой (нагреваемой горелкой) средняя кинетическая энергия молекул льда увеличивается и температура льда повышается.

На участке *BC* вся энергия, получаемая содержимым колбы, тратится на разрушение кристаллической решетки льда: его молекулы перестраиваются таким образом, что вещество становится жидким. Средняя кинетическая энергия молекул при этом остается неизменной. Неизменной поэтому оказывается и температура вещества.

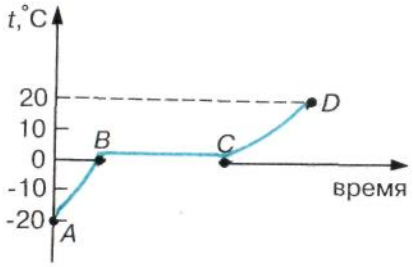


Рис. 79

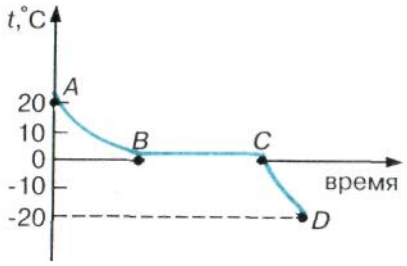


Рис. 80

Температура, при которой плавится вещество, называется **температурой плавления** этого вещества.

Участок *CD* описывает нагревание воды, образовавшейся после плавления льда. Получая энергию от нагревателя, молекулы воды начинают двигаться все более и более интенсивно. Их средняя кинетическая энергия возрастает, и температура воды повышается.

На рисунке 80 изображен график обратного процесса. Сначала вода, отдавая энергию, охлаждается от 20 до 0°С. При этом ее молекулы движутся все менее и менее интенсивно. При 0°С они начинают выстраиваться в определенном порядке, образуя кристаллическую решетку льда. Пока этот процесс (называемый кристаллизацией) не завершится, температура вещества не изменится.

Температура, при которой вещество отвердевает (кристаллизуется), называется **температурой кристаллизации** вещества.

Из графика (см. рис. 80) видно, что температура, при которой вода превращается в лед, совпадает с температурой, при которой лед превращается в воду. Это не случайный факт. Опыты показывают, что любое вещество кристаллизуется и плавится при одной и той же температуре.

Температуру плавления (и отвердевания) различных веществ можно найти в таблице 9. Из этой таблицы видно, что одни вещества (например, водород и кислород) плавятся (и отвердевают) при очень низких температурах, другие (например, осмий и вольфрам) - при очень высоких.

Металлы, плавящиеся при температуре выше 1650 °С, называют *тугоплавкими* (титан, хром, молибден и др.). Самой высокой температурой плавления среди них обладает вольфрам (около 3400 °С). Тугоплавкие металлы и их соединения используют в качестве жаропрочных материалов в самолетостроении, ракетной и космической технике, атомной энергетике и т.д.

Таблица 9

**Температура плавления некоторых веществ, °С**

(при нормальном атмосферном давлении)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Водород | -259 | Натрий | 98 | Медь | 1085 |
| Кислород | -219 | Олово | 232 | Чугун | 1200 |
| Азот | -210 | Свинец | 327 | Сталь | 1500 |
| Спирт | -114 | Янтарь | 360 | Железо | 1539 |
| Ртуть | -39 | Цинк | 420 | Платина | 1772 |
| Лед | 0 | Алюминий | 660 | Осмий | 3045 |
| Цезий | 29 | Серебро | 962 | Вольфрам | 3400 |
| Калий | 63 | Золото | 1064 | | |

При плавлении вещество получает энергию. При кристаллизации оно, наоборот, отдает ее в окружающую среду. Получая количество теплоты, выделяющееся при кристаллизации, среда нагревается. Это хорошо известно многим птицам. Недаром их можно заметить зимой во время мороза сидящими на льду, который покрывает реки и озера. Из-за выделения энергии при образовании льда воздух над ним оказывается на несколько градусов теплее, чем в лесу на деревьях, и птицы этим пользуются.

Вопросы: 1. Какой процесс называют плавлением? 2. Что такое кристаллизация? 3.Что происходит с температурой вещества при плавлении и кристаллизации? 4. Чему равна температура плавления льда? олова? меди? 5.При какой температуре затвердевает жидкий азот? ртуть? расплавленное золото? 6. На что расходуется энергия нагревателя, поглощаемая веществом при плавлении? Почему температура вещества при этом не изменяется? 7.Опишите, что происходит с веществом в отрезки времени, соответствующие различным участкам графиков, изображенных на рисунках 79 и 80. Какие агрегатные состояния соответствуют точкам *A, B, C* и *D?* 8.Почему зимой птицы садятся на лед, покрывающий реки и озера?

## 3.2. Количество теплоты, необходимое для плавления тела и выделяющееся:
## 3.2.1. При кристаллизации

В процессе плавления температура вещества не изменяется. Вся получаемая им энергия при этом тратится на разрушение кристаллической решетки и увеличение потенциальной энергии молекул тела.

Изучая на опыте плавление различных веществ одной и той же массы, можно заметить, что для превращения их в жидкость требуется разное количество теплоты. Например, для того чтобы расплавить 1 кг льда, нужно затратить 332 кДж энергии, а для того чтобы расплавить 1 кг свинца — 25 кДж.

Физическая величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо для превращения 1 кг кристаллического вещества, взятого при температуре плавления, в жидкость той же температуры, называется **удельной теплотой плавления.**

Удельную теплоту плавления измеряют в джоулях на килограмм (Дж/кг) и обозначают греческой буквой $\chi$ (лямбда):

$\chi$ — удельная теплота плавления.

При кристаллизации вещества потенциальная энергия молекул уменьшается и в окружающую среду выделяется точно такое же (по модулю) количество теплоты, что и поглощается при его плавлении. Поэтому, например, при замерзании воды массой 1 кг выделяются те же 332 кДж энергии, которые нужны для превращения такой же массы льда в воду.

Удельную теплоту плавления различных веществ можно найти в таблице 10.

Из этой таблицы, например, видно, что удельная теплота плавления меди =2,1 • $10^5$ Дж/кг. Это число показывает, что для плавления 1 кг меди требуется затратить 2,1-$10^5$ Дж энергии; точно такое же (по модулю) количество теплоты будет выделено 1 кг жидкой меди при ее кристаллизации.

Для плавления 2 кг меди потребуется в 2 раза больше энергии, для плавления 3 кг меди — в 3 раза больше и т. д.

*Чтобы найти количество теплоты, необходимое для плавления кристаллического тела произвольной массы, надо удельную теплоту плавления этого тела умножить на его массу:*

$$Q = \lambda m. \qquad (39.1)$$

Количество теплоты, выделяемое телом, считается отрицательным. Поэтому при расчете количества теплоты, выделяющегося при кристаллизации вещества массой

Таблица 10

**Удельная теплота плавления некоторых веществ, $\frac{Дж}{кг}$**

(при температуре плавления и нормальном атмосферном давлении)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Алюминий | $3{,}9 \cdot 10^5$ | Сталь | $0{,}84 \cdot 10^5$ |
| Лед | $3{,}4 \cdot 10^5$ | Золото | $0{,}67 \cdot 10^5$ |
| Железо | $2{,}7 \cdot 10^5$ | Водород | $0{,}59 \cdot 10^5$ |
| Медь | $2{,}1 \cdot 10^5$ | Олово | $0{,}59 \cdot 10^5$ |
| Парафин | $1{,}5 \cdot 10^5$ | Свинец | $0{,}25 \cdot 10^5$ |
| Спирт | $1{,}1 \cdot 10^5$ | Кислород | $0{,}14 \cdot 10^5$ |
| Серебро | $0{,}87 \cdot 10^5$ | Ртуть | $0{,}12 \cdot 10^5$ |

*m*, следует пользоваться той же формулой, но со знаком «минус»:

$$Q = -\lambda m. \qquad (39.2)$$

Следует помнить, что формулы (39.1) и (39.2) можно применять только к таким телам, которые уже имеют температуру, равную температуре плавления. Если же она отличается от нее, то предварительно следует рассчитать то количество теплоты, которое необходимо для нагревания тела или которое выделяется телом при его охлаждении.

Вопросы: 1. Что называется удельной теплотой плавления тела? 2. Удельная теплота плавления золота равна 67 кДж/кг. Что показывает это число? 3. По какой формуле вычисляют количество теплоты, необходимое для плавления тела? 4. По какой формуле вычисляют количество теплоты, выделяющееся при кристаллизации вещества?

**Тест «Плавление и отвердевание кристаллических тел»**

1. Плавление — это...

а) ...таяние снега или льда.

б) ...разжижение вещества, когда оно получает теплоту.

в) ...переход при получении веществом энергии из твердого состояния в жидкое.

2. Температура, при которой вещество плавится, называется...

а) ...температурой перехода в жидкое состояние.

б) ...температурой плавления.

в) ...температурой таяния.

3. Температура плавления цинка 420 °С. В каком состоянии находится этот металл, если его температура 410 °С (№ 1)? 430 °С (№ 2)?

а) № 1 — твердом, № 2 — жидком.

б) № 1 — жидком, № 2 — твердом.

в) № 1 и № 2 — жидком.

г) № 1 и № 2 — твердом.

4. Отвердевание — это...

а) ...отдача веществом энергии и превращение в другое вещество.

б) ... переход вещества из жидкого состояния в твердое.

в) ...замерзание воды.

5. Как изменяется внутренняя энергия вещества при плавлении? При отвердевании?

а) При плавлении уменьшается, при отвердевании увеличивается.

б) Не изменяется.

в) В том и другом случае возрастает.

г) При плавлении увеличивается, при отвердевании уменьшается.

6. Температура плавления стали 1500 °С. При какой температуре она отвердевает?

а) При температурах ниже 1500 °С.

б) При 1500 °С.

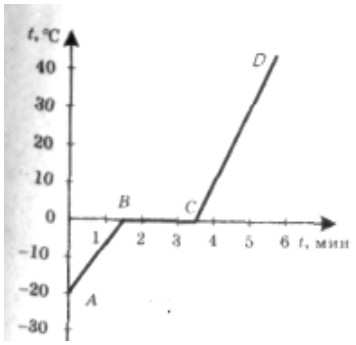
в) При температурах выше 1500 °С.

г) При любой температуре, если отдает энергию.

7. Из какого металла — алюминия, меди или стали — нужно изготовить плавильный сосуд, чтобы расплавить в нем свинец?

а) Из алюминия. в) Из стали.

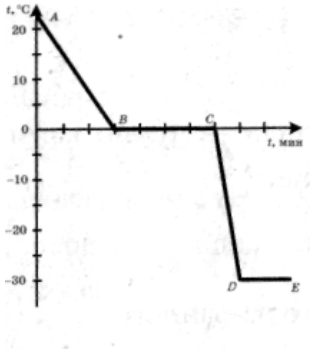
б) Из меди. г) Из любого названного.




8. В сосуд с расплавленным алюминием упали цинковая и железная пластинки. Какая из них расплавится?

а) Цинковая. в) Никакая.

б) Железная. г) Обе.




9. В каком состоянии будут находиться ртуть и натрий при комнатной температуре (20 °С)?

а) В твердом. в) Ртуть — в жидком, натрий в твердом.

б) В жидком. г) Ртуть в твердом, натрий в жидком.

10. На рисунке изображен график нагревания и таяния снега и нагревания полученной из него воды. Какой участок графика соответствует таянию снега? Сколько примерно времени оно длилось? До какой температуры нагрелась вода за 5 мин?

а) *BC;* 3,5 мин; 30 °С. б) *BC;* 2 мин; 30 °С.

в) *AB;* 1,5 мин; 30 °С. г) *BC;* 3,5 мин; 40 °С.

11. Воду из комнаты с температурой 25 °С вынесли на 30-градусный мороз, где она превратилась в лед. График изменения ее температуры и льда показан на рисунке. Какой его участок соответствует отвердеванию воды? О чем свидетельствует участок *DE?*

а) *BC;* о достижении льдом температуры окружающего воздуха и прекращении ее изменения.

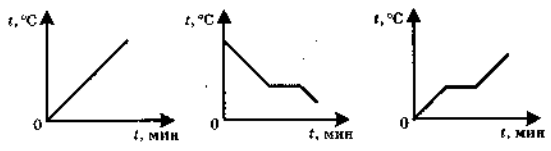
б) *AB;* о выравнивании температур льда и воздуха.

в) *CD;* о том, что температура льда стала равной 30°С.

12. Что происходит с температурой вещества во время его плавления?

а) Она понижается. б) Повышается. в) Остается постоянной.

13. Какой из приведенных графиков изменения температуры вещества соответствует процессу его отвердевания, какой нагреванию без перехода в другое агрегатное состояние?




№ 1 № 2 № 3

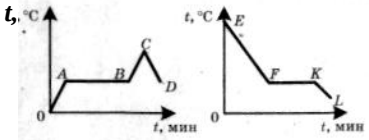
**а)** № 3; № 1.

**б)** № 2; № 3.

**в)** № 1; № 2.

**г)** № 2; № 1.

14. Какой участок изображенных здесь графиков № 1 и № 2 изменения температуры вещества соответствует его отвердеванию?




№ 1 № 2

а) *AB*.

б) *FK*.

в) *EF*.

г) *CD*.

## Тест «Удельная теплота плавления»

1 Удельная теплота плавления — это физическая величина, показывающая...

а) ...какое количество теплоты необходимо для расплавления данного вещества.

б) ...какое количество теплоты необходимо для расплавления 1 кг данного вещества.

в) ...необходимое количество теплоты для расплавления 1 кг вещества при температуре его плавления.

г) ...затраты энергии на переход в жидкое состояние разных веществ.

2. Какая из указанных здесь единиц соответствует удельной теплоте плавления вещества?

а) $1\ \frac{кг}{м^3}$.

б) $1\ \frac{Дж}{с}$.

в) $1\ \frac{Н}{м^2}$.

г) $1\ \frac{Дж}{кг}$.

3. Известно, что на расплавление 1 кг меди при температуре ее плавления (1085 °С) затрачено количество теплоты, равное 2,1 • 10 Дж, а на расплавление 1 кг свинца при температуре его плавления (327 °С) — 0,25 • $10^3$ Дж. Определите по этим данным, какова удельная теплота плавления меди и свинца.

а) $2{,}1 \cdot 10^5\ \frac{Дж}{кг}$ и $0{,}25 \cdot 10^5\ \frac{Дж}{кг}$.

б) $2{,}3 \cdot 10^8\ \frac{Дж}{кг}$ и $8{,}2 \cdot 10^6\ \frac{Дж}{кг}$.

в) $2{,}1 \cdot 10^5\ \frac{Дж}{кг}$ и $8{,}2 \cdot 10^6\ \frac{Дж}{кг}$

г) $2{,}3 \cdot 10^8\ \frac{Дж}{кг}$ и $0{,}25 \cdot 10^5\ \frac{Дж}{кг}$

4. На плавление какого из кубиков — медного или алюминиевого — пойдет меньше энергии и во сколько раз, если плавить эти металлы будут при температуре плавления каждого из них?

а) Медного в≈4 раза.

б) Алюминиевого в ≈ 4 раза.

в) Медного в ≈ 2 раза.

г) Алюминиевого в≈2 раза.

5. Почему во время плавления температура нагреваемого вещества не повышается?

а) Потому что оно уже достигло температуры плавления.

б) Потому что идет переход из твердого состояния в жидкое.

в) Потому что получаемая твердым веществом энергия расходуется на разрушение его кристаллического строения.

6. Нагретый до температуры плавления лед частично растаял. Оставшийся лед или вода имеет большую внутреннюю энергию?

а) Лед. б) Вода. в) Их внутренние энергии одинаковы.

7. По какой формуле можно рассчитать количество теплоты, необходимое для плавления какой-либо массы вещества при температуре плавления?

*а)* $F = gm$. *в)* $Q = cm(t_2-t_1)$.

*б)* $Q = qm$. *г)* $Q = \chi m$.

8. Какому веществу — парафину или свинцу — потребуется большее количество теплоты, если надо расплавить 5 кг парафина и 30 кг свинца, находящихся каждый при своей температуре плавления?

а) Парафину. б) Свинцу.

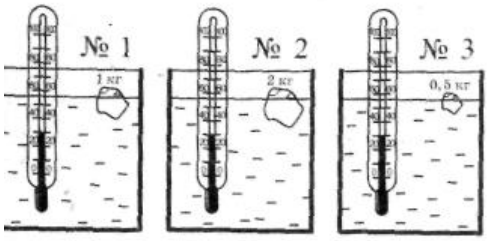
в) Потребуются равные количества теплоты.

9. Известно, что на плавление куска меди при температуре плавления израсходовано 6,3 $\cdot 10^5$ Дж энергии. Какова его масса? Какое количество теплоты выделится при отвердевании жидкой меди этой массы?

а) 3 кг; 6,3 • $10^5$ Дж. в) 1 кг; 6,3 • $10^5$ Дж:

б) 1 кг; 2,1 • $10^5$ Дж. г) 3 кг; 2,1 • $10^5$ Дж.

10. В каком сосуде температура воды после таяния льда будет самой низкой?




**а)** № 1.

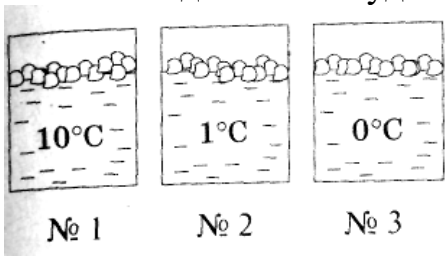
**б)** № 2.

**в)** № 3.

11. Железные диски общей массой 10кг пущены на переплав. Их температура при загрузке в электропечь 39 °С. Какое количество теплоты пришлось затратить на плавление железа в данном случае?

а) 96 • $10^5$ Дж. б) 42 • $10^5$ Дж. в) 48 • $10^5$ Дж.

12. На воду в теплоизолированных сосудах опущены кусочки льда. В каком из них лед таять не будет?




**а)** Растает во всех сосудах.

**б)** № 1.

**в)** № 2.

**г)** № 3.

### 3.2.2. При испарении и конденсации

При парообразовании вещество переходит из жидкого состояния в газообразное (пар). Существуют два вида парообразования: испарение и кипение.

**Испарение** — это парообразование, происходящее со свободной поверхности жидкости.

Как происходит испарение? Мы знаем, что молекулы любой жидкости находятся в непрерывном и беспорядочном движении, причем одни из них движутся быстрее, другие — медленнее. Вылететь наружу им мешают силы притяжения друг к другу. Если, однако, у поверхности жидкости окажется молекула с достаточно большой кинетической энергией, то она сможет преодолеть силы межмолекулярного притяжения и вылетит из жидкости. То же самое повторится с другой быстрой молекулой, со второй, третьей и т. д. Вылетая наружу, эти молекулы образуют над жидкостью пар. Образование этого пара и есть испарение.

Поскольку при испарении из жидкости вылетают наиболее быстрые молекулы, средняя кинетическая энергия оставшихся в жидкости молекул становится все меньше и меньше. В результате этого *температура испаряющейся жидкости понижается: жидкость охлаждается.* Именно поэтому, в частности, человек в мокрой одежде чувствует себя холоднее, чем в сухой (особенно при ветре).

В то же время всем известно, что если налить воду в стакан и оставить на столе, то, несмотря на испарение, она не будет непрерывно охлаждаться, становясь все более и более холодной, пока не замерзнет. Что же этому мешает? Ответ очень простой: теплообмен воды с окружающим стакан теплым воздухом.

Охлаждение жидкости при испарении более заметно в том случае, когда испарение происходит достаточно быстро (так что жидкость не успевает восстановить свою температуру благодаря теплообмену с окружающей средой). Быстро испаряются летучие жидкости, у которых силы межмолекулярного притяжения малы, например, эфир, спирт, бензин. Если капнуть такой жидкостью на руку, мы ощутим холод. Испаряясь с поверхности руки, такая жидкость будет охлаждаться и отбирать от нее некоторое количество теплоты.

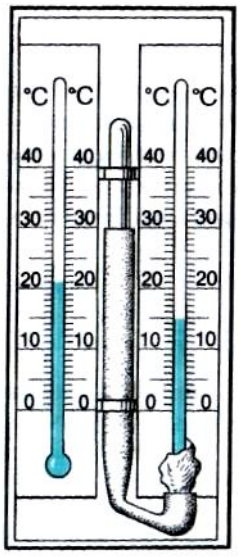


Рис. 81

Быстроиспаряющиеся вещества находят широкое применение в технике. Например, в космической технике такими веществами покрывают спускаемые аппараты. При прохождении через атмосферу планеты корпус аппарата в результате трения нагревается, и покрывающее его вещество начинает испаряться. Испаряясь, оно охлаждает космический аппарат, спасая его тем самым от перегрева.

Охлаждение воды при ее испарении используется также в приборах, служащих для измерения влажности воздуха,— *психрометрах* (от греческого «психрос» — холодный). Психрометр (рис. 81) состоит из двух термометров. Один из них (сухой) показывает температуру воздуха, а другой (резервуар которого обвязан батистом, опущенным в воду) — более низкую

температуру, обусловленную интенсивностью испарения с влажного батиста. Чем суше воздух, влажность которого измеряется, тем сильнее испарение и потому тем ниже показания смоченного термометра. И наоборот, чем больше влажность воздуха, тем менее интенсивно идет испарение и потому тем более высокую температуру показывает этот термометр. На основе показаний сухого и увлажненного термометров с помощью специальной (психрометрической) таблицы определяют влажность воздуха, выраженную в процентах. Наибольшая влажность составляет 100% (при такой влажности воздуха на предметах появляется роса). Для человека наиболее благоприятной считается влажность в пределах от 40 до 60%.

С помощью простых опытов легко установить, что скорость испарения увеличивается с ростом температуры жидкости, а также при увеличении площади ее свободной поверхности и при наличии ветра.

Почему при наличии ветра жидкость испаряется быстрее? Дело в том, что одновременно с испарением на поверхности жидкости происходит и обратный процесс — *конденсация.* Конденсация происходит из-за того, что часть молекул пара, беспорядочно перемещаясь над жидкостью, снова возвращается в нее. Ветер же уносит вылетевшие из жидкости молекулы и не дает им возвращаться назад.

Конденсация может происходить и тогда, когда пар не соприкасается с жидкостью. Именно конденсацией, например, объясняется образование облаков: молекулы водяного пара, поднимающегося над землей, в более холодных слоях атмосферы группируются в мельчайшие капельки воды, скопления которых и представляют собой облака. Следствием конденсации водяного пара в атмосфере являются также дождь и роса.

При испарении жидкость охлаждается и, став более холодной, чем окружающая среда, начинает поглощать ее энергию. При конденсации же, наоборот, происходит выделение некоторого количества теплоты в окружающую среду, и ее температура несколько повышается.

Вопросы: 1. Какие два вида парообразования существуют в природе? 2. Что такое испарение? 3. От чего зависит скорость испарения жидкости? 4. Почему при испарении температура жидкости понижается? 5. Каким образом удается предотвратить спускаемые космические аппараты от перегрева во время прохождения через атмосферу планеты? 6. Что такое конденсация? 7. Какие явления объясняются конденсацией пара? 8. С помощью какого прибора измеряют влажность воздуха? Как он устроен?

*Экспериментальные задания*. 1. В два одинаковых блюдца налейте по одинаковому количеству воды (например, по три столовые ложки). Одно блюдце поставьте в теплое место, а другое — в холодное. Измерьте время, за которое испарится вода в том и другом блюдцах. Объясните разницу в скорости испарения. 2. Нанесите пипеткой на лист бумаги по капле воды и спирта. Измерьте время, необходимое для их испарения. У какой из этих жидкостей силы притяжения между молекулами меньше? 3. Налейте

одинаковое количество воды в стакан и блюдце. Измерьте время, за которое она в них испарится. Объясните разницу в скорости ее испарения.

### 3.2.3. При кипении

В отличие от испарения, которое происходит при любой температуре жидкости, другой вид парообразования — кипение — возможен лишь при совершенно определенной (при данном давлении) температуре — температуре кипения.

Пронаблюдаем это явление на опыте. Начнем нагревать воду в открытом стеклянном сосуде, периодически измеряя ее температуру. Через некоторое время мы увидим, как дно и стенки сосуда покроются пузырьками (рис. 82,а). Они образуются в результате расширения мельчайших пузырьков воздуха, существующих в углублениях и микротрещинах не полностью смачиваемых стенок сосуда.

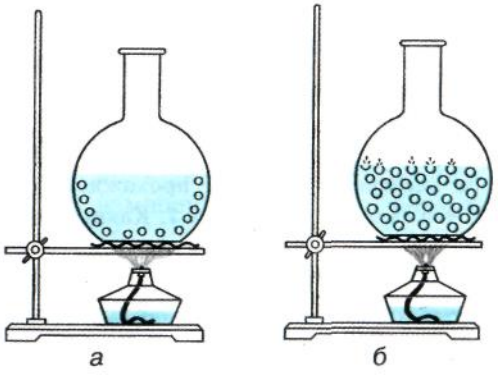


Рис. 82

По мере роста температуры интенсивность испарения воды внутрь этих пузырьков возрастает. Поэтому количество водяного пара, а вместе с ним и давление внутри пузырьков постепенно увеличиваются. При приближении температуры нижних слоев воды к 100 °С давление внутри пузырьков сравнивается с давлением, существующим вокруг них, после чего пузырьки начинают расширяться. С увеличением объема пузырьков растет и действующая на них выталкивающая (архимедова) сила. Под действием этой силы наиболее крупные пузырьки отрываются от стенок сосуда и поднимаются вверх. Если верхние слои воды еще не успели нагреться до 100 °С, то в такой (более холодной) воде часть водяного пара внутри пузырьков конденсируется и уходит в воду; пузырьки при этом сокращаются в размерах, и сила тяжести заставляет их снова опускаться вниз. Здесь они опять увеличиваются и вновь начинают всплывать вверх. Попеременное увеличение и уменьшение пузырьков внутри воды сопровождается возникновением в ней характерных звуковых волн: закипающая вода «шумит».

Когда вся вода прогреется до 100 °С, поднявшиеся наверх пузырьки уже не сокращаются в размерах, а лопаются на поверхности воды, выбрасывая пар наружу (рис. 82, б). Возникает характерное бульканье — вода кипит.

**Кипением** называется интенсивное парообразование, при котором внутри жидкости растут и поднимаются вверх пузырьки пара. *Оно начинается после того, как давление внутри пузырьков сравнивается с давлением в. окружающей жидкости.*

Во время кипения температура жидкости и пара над ней не меняется. Она сохраняется неизменной до тех пор, пока вся жидкость не выкипит.

Температура, при которой кипит жидкость, называется **температурой кипения.**

*Температура кипения зависит от давления, оказываемого на свободную поверхность жидкости.* При увеличении этого давления рост и подъем пузырьков внутри жидкости начинается при большей температуре, при уменьшении давления — при меньшей температуре.

Температуру кипения различных веществ при нормальном атмосферном давлении можно найти в таблице 11.

Таблица 11

**Температура кипения некоторых веществ, °С**
(при нормальном атмосферном давлении)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Водород | —253 | Молоко | 100 | Спирт | 78 | Ртуть | 357 | Медь | 2567 |
| Кислород | —183 | Эфир | 35 | Вода | 100 | Свинец | 1740 | Железо | 2750 |

Всем известно, что вода кипит при 100 °С. Но не следует забывать, что это справедливо лишь при нормальном атмосферном давлении (примерно 101 кПа). При увеличении давления температура кипения воды возрастает. Так, например, в кастрюлях-скороварках пищу варят под давлением около 200 кПа. Температура кипения воды при этом достигает 120 °С. В воде такой температуры процесс «варения» происходит значительно быстрее, чем в обычном кипятке. Этим и объясняется название «скороварка». И наоборот, при понижении давления температура кипения воды становится меньше 100°С. Например, в горных районах (на высоте 3 км, где давление атмосферы составляет 70 кПа) вода кипит при 90 °С. Поэтому жителям этих районов, использующим такой кипяток, требуется значительно больше времени для приготовления пищи, чем жителям равнин. А сварить в этом кипятке, например, куриное яйцо вообще невозможно, так как белок при температуре ниже 100 °С не сворачивается.

Уменьшение температуры кипения жидкости может играть и полезную роль. Так, например, при нормальном атмосферном давлении жидкий фреон кипит при температуре около 30 °С. При уменьшении же давления температуру кипения фреона можно сделать ниже 0 °С. Это используется в испарителе *холодильника.* Благодаря работе компрессора в нем создается пониженное давление, и фреон начинает превращаться в пар, отнимая теплоту от стенок камеры. Благодаря этому и происходит понижение температуры внутри холодильника.

Из таблицы 11 видно, насколько сильно могут отличаться температуры кипения различных веществ при одном и том же атмосферном давлении. Например, жидкий кислород кипит при — 183 °С, а железо — при 2750 °С.

Различие в температурах кипения разных веществ находит широкое применение в технике, например, в процессе *перегонки нефти.* При нагревании нефти до 360 °С та ее часть (мазут), которая имеет большую температуру кипения, остается в ней, а те ее части, у которых температура

кипения ниже 360 °С, испаряются. Из образовавшегося пара получают бензин и некоторые другие виды топлива.

Вопросы: 1. Что такое кипение? 2. Почему закипающая вода «шумит»? 3. Становится ли жидкость горячее в процессе кипения? 4. Где кипящая вода горячее: на уровне моря, на вершине горы или в глубокой шахте? 5. На чем основан принцип действия кастрюли-скороварки? 6.Используя рисунок 83, объясните, как можно заставить кипеть воду при обычной комнатной температуре. 7. За счет чего происходит понижение температуры внутри холодильника?

*Экспериментальное задание*. Возьмите большую кастрюлю с водой. Поместите в нее маленькую кастрюлю (тоже с водой) так, чтобы она плавала, не касаясь дна большой кастрюли. Поставьте их на плиту и начните нагревать. Что будет с водой в маленькой кастрюле, когда в большой кастрюле она будет кипеть? Почему? Бросьте в большую кастрюлю горсть соли. Что после этого произойдет с водой в маленькой кастрюле? Объясните наблюдаемое явление. Что можно сказать о температуре кипения соленой воды?

### 3.3. Количество теплоты, необходимое для парообразования и выделяющееся при конденсации

Если, добившись кипения воды в сосуде, выключить под ним нагреватель (см. рис. 83), кипение воды быстро прекратится. Температура воды начнет понижаться, и через некоторое время она станет такой же, как у окружающего воздуха.

Для того чтобы вода не переставала кипеть, ее температура должна поддерживаться неизменной. А для этого вода должна непрерывно получать достаточное количество теплоты. Только в этом случае она будет продолжать кипеть, и это кипение не прекратится до тех пор, пока вся вода не обратится в пар.

Опытами установлено, что для полного обращения в пар 1 кг воды (при температуре кипения) необходимо затратить 2,3 МДж энергии. Для обращения в пар других жидкостей той же массы требуется иное количество теплоты. Например, для спирта оно составляет 0,9 МДж.

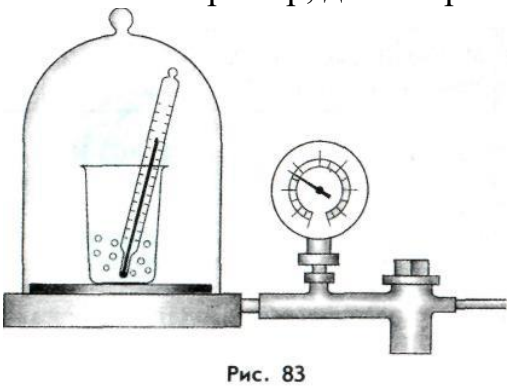


Рис. 83

Физическая величина, показывающая, какое количество теплоты необходимо для превращения в пар 1 кг жидкости при постоянной температуре, называется **удельной теплотой парообразования.**

Удельную теплоту парообразования обозначают буквой $r$ и измеряют в джоулях на килограмм (Дж/кг):

$r$ — удельная теплота парообразования.

Удельную теплоту парообразования некоторых веществ можно найти в таблице 12 .

Таблица 12

**Удельная теплота парообразования некоторых веществ, $\frac{Дж}{кг}$**

(при температуре кипения и нормальном атмосферном давлении)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Вода | $2{,}3 \cdot 10^6$ | Эфир | $0{,}4 \cdot 10^6$ |
| Аммиак (жидкий) | $1{,}4 \cdot 10^6$ | Ртуть | $0{,}3 \cdot 10^6$ |
| Спирт | $0{,}9 \cdot 10^6$ | Воздух (жидкий) | $0{,}2 \cdot 10^6$ |

Из этой таблицы, например, видно, что удельная теплота парообразования эфира равна 0,4 -$10^6$ Дж/кг. Это число показывает, что для превращения в пар 1 кг эфира (при его температуре кипения) необходимо затратить 0,4-10° Дж энергии. Точно такое же (по модулю) количество теплоты будет выделено парами эфира (той же массы и при той же температуре) при их конденсации.

Для превращения в пар 2 кг жидкости требуется в 2 раз большее количество теплоты, для превращения в пар 3 кг жидкости — в 3 раза большее и т. д.

***Чтобы найти количество теплоты, необходимое для превращения в пар жидкости произвольной массы m, взятой при температуре кипения, надо удельную теплоту парообразования этой жидкости умножить на ее массу:***

$$Q = rm. \qquad (42.1)$$

Количество теплоты, которое выделяет пар массой $m$, конденсируясь при температуре кипения, определяется той же формулой, но со знаком «минус»:

$$Q = -rm \qquad (42.2)$$

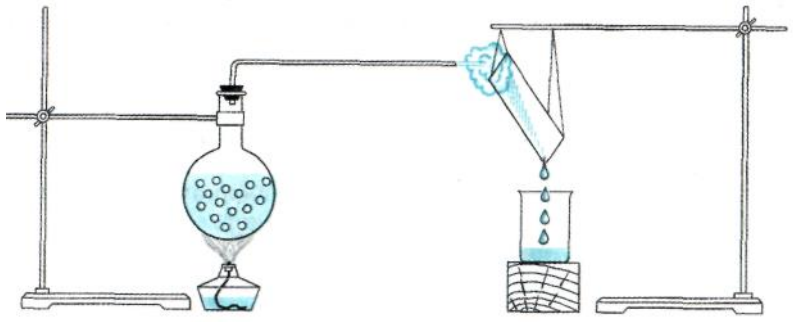


Рис. 84

Вопросы: 1. Почему после выключения нагревателя кипение жидкости прекращается? 2. Что такое удельная теплота парообразования? 3.Удельная теплота парообразования воды равна 2,3 МДж/кг. Что показывает это число? 4. Опишите явления, происходящие в опыте, изображенном на рисунке 84. 5.Какая энергия выделяется при конденсации паров спирта массой 1 кг при температуре 78°С?

**Тест «Испарение. Насыщенный и ненасыщенный пар»**

1. Парообразование — это...

а) ...нагревание жидкости до ее полного превращения в пар.

б) ...переход жидкости в другое состояние.

в) ...превращение жидкости в пар.

2. Известны два вида парообразования...

а) ...испарение и плавление.

б) ...испарение и кипение.

в) ...кипение и конденсация.

3. Испарение — это парообразование которое...

а) ...происходит с поверхности жидкости.

б) ...наступает при нагревании жидкости.

в) ...наблюдается лишь у некоторых жидкостей.

4. Какая жидкость — духи, вода, подсолнечное масло — испарится быстрее других?

а) Духи. в) Подсолнечное масло.

б) Вода. г) они испарятся одновременно.

5. При какой температуре происходит испарение?

а) При определенной для каждой жидкости.

б) Чем меньше плотность жидкости, тем при более низкой.

в) При положительной.

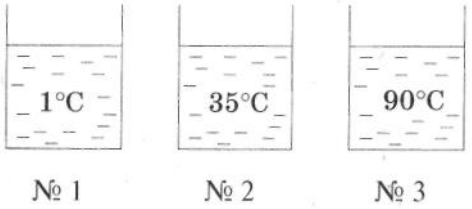
г) При любой.

6. Куски льда равной массы находятся при температуре —10 °С и имеют разную форму: шара, бруска, тонкой пластины. Какому из них потребуется на испарение наименьшее время?

а) Шару. в) Пластине.

б) Бруску. г) Испарение не произойдет.

7. В сосуды налита холодная, теплая и горячая вода. Из какого сосуда вода испаряется наименее интенсивно?




**а)** № 1.

**б)** № 2.

**в)** № 3.

8. Динамическое равновесие между паром и жидкостью наступает...

а) ...когда масса пара делается равной массе жидкости.

б) ...когда число молекул, вылетающих из жидкости, становится равным числу молекул пара, возвращающихся в нее.

в) ...когда число молекул пара становится столь большим, что испарение прекращается.

9. Какое необходимо условие, чтобы в сосуде установилось динамическое равновесие пара и жидкости? Как называют пар, существующий над жидкостью при динамическом равновесии?

а) Сосуд должен быть открытым; насыщенным паром.

б) Сосуд должен быть закрытым; ненасыщенным паром.

в) Сосуд должен быть закрытым; насыщенным паром.

г) Сосуд должен быть открытым; ненасыщенным паром.

**Тест «Кипение»**

1. Какие два вида парообразования вы знаете?

а) Испарение и конденсация.

б) Испарение и кипение.

в) Нагревание и кипение.

2. Каковы главные особенности кипения?

а) Образование пузырьков воздуха с паром на стенках сосуда; начало кипения при определенной температуре.

б) Кипение при определенной для каждой жидкости температуре; парообразование во всем объеме жидкости.

в) Схлопывание воздушных пузырьков с паром на поверхности жидкости; парообразование при высокой температуре.

3. Температурой кипения называют температуру, при которой...

а) ...парообразование становится очень интенсивным.

б) ...пузырьки с паром появляются на стенках нагреваемого сосуда с жидкостью.

в) ...происходит рост воздушных пузырьков с паром внутри жидкости.

г) ...наступает кипение жидкости.

4. Каков результат наблюдений за температурой кипящей жидкости?

а) Температура жидкости во время кипения остается постоянной.

б) При кипении жидкости ее температура уменьшается.

в) По мере выкипания жидкости ее температура возрастает.

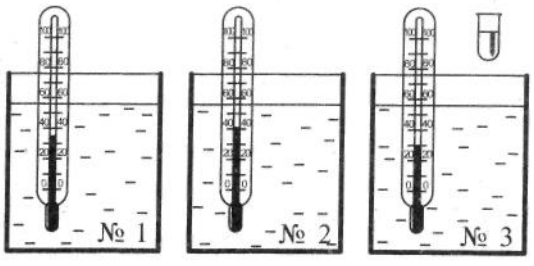
5. Поясните, как при неизменности температуры во время кипения выполняется закон сохранения и превращения энергии?

а) Хотя температура жидкости постоянна, ее молекулы поглощают подводимую энергию и их взаимодействие становится сильнее.

б) При кипении молекулы жидкости, переходя в пар, уносят с собой подводимую энергию.

в) Подводимая к кипящей жидкости энергия тратится на разрушение молекулярных связей и переходит во внутреннюю энергию пара.

6. В какой из сосудов надо опустить пробирку, чтобы находящийся в ней эфир закипел? (Предполагается, что температуры жидкостей в сосудах поддерживаются постоянными.)




**а)** № 1.

**б)** № 2.

**в)** № 3.

**г)** Ни в одном сосуде эфир кипеть не будет.

7. Какое вещество — вода, ртуть, свинец — будет жидким при температуре 400 °С?

а) Вода. в) Свинец.

б) Ртуть. г) Никакое.

8. Какое вещество — кислород, эфир, молоко — будет находиться при 0°С в виде пара?

а) Кислород. б) Эфир. в) Молоко.

г) Здесь не названо такое вещество;

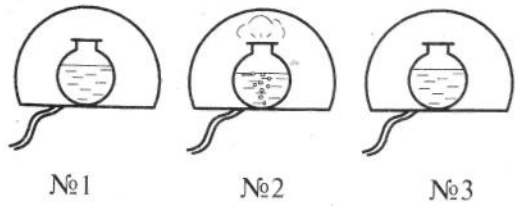
9. Как температура кипения жидкости зависит от давления воздуха?

а) При увеличении давления температура кипения жидкости понижается.

б) При уменьшении давления температура кипения повышается.

в) При уменьшении давления температура кипения понижается.

10. Под стеклянным колоколом насоса находятся колбы с водой, температура которой близка к 100 °С. Из-под одного колокола воздух откачивают, другой соединен с атмосферой, а под третий его накачивают. Из-под какого колокола воздух откачивается?




**а)** № 1.

**б)** № 2.

**в)** № 3.

**Тесть «Влажность воздуха»**

1 Какие физические величины характеризуют влажность воздуха?

а) Абсолютная и относительная влажность.

б) Количество водяного пара в воздухе и степень его насыщения.

в) Температура воздуха и число источников влаги — водоемов.

2. Абсолютная влажность показывает...

а) ...сколько водяного пара содержится в 1 $м^3$ воздуха.

б) ...сколько граммов водяного пара содержится в 1 $м^3$ воздуха.

в) ...сколько водяного пара содержится в разных объемах воздуха.

3. Плотность водяного пара в атмосфере при температуре 20 °С равна 15,25 $г/м^3$. Какова абсолютная влажность воздуха?

а) Для ответа на вопрос недостаточно данных.

б) 15,25$г/м^3$. в) 30,5$г/м^3$.

4. Относительная влажность — физическая величина, показывающая степень насыщения водяного пара в воздухе. Она равна...

а) ...выраженному в процентах отношению плотности $\rho_0$ насыщенного водяного пара при данной температуре к плотности $\rho$ водяного пара в воздухе при этой температуре.

б) ...разности плотностей насыщенного водяного пара при данной температуре и водяного пара, содержащегося в воздухе при этой температуре.

в) ...выраженному в процентах отношению абсолютной влажности воздуха р при данной температуре к плотности насыщенного водяного пара $p_0$ при той же температуре.

5. Как изменяется относительная влажность воздуха летним ясным днем от раннего утра к полудню?

а) Не изменяется. б) Уменьшается. в) Увеличивается.

6. При каком условии образуется туман?

а) При высокой влажности воздуха.

б) При сильном понижении температуры.

в) При снижении температуры воздуха ниже той, при которой содержащийся в нем пар становится насыщенным.

7. Точка росы — это температура, при которой...

а) ...пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным.

б) ...влажность воздуха столь велика, что водяной пар конденсируется.

в) ...содержащийся в воздухе водяной пар выделяется в виде росы.

8. Какой должна быть температура воздуха, чтобы при данной абсолютной влажности относительная влажность была максимальной — 100-процентной?

а) Она должна быть близка к нулю.

б) Она должна быть равна точке росы.

в) Температура воздуха должна быть максимальной.

9. Какими приборами измеряют влажность воздуха?

а) Гигрометрами. в) Термометрами.

б) Барометрами. г) Психрометрами.

10. Разность показаний сухого и влажного термометров психрометра уменьшилась. Как изменилась влажность воздуха?

а) Увеличилась. б) Уменьшилась.

в) Изменилась неопределенным образом.

**Тест «Удельная теплота парообразования и конденсации»**

1. Удельная теплота парообразования — это физическая величина, показывающая...

а) ...сколько энергии требуется только на переход жидкости в пар.

б) ...какое количество теплоты необходимо для превращения в пар 1 кг жидкости без изменения температуры.

в) ...какое количество теплоты надо затратить на процесс перехода какой-либо массы жидкости в газообразное состояние.

2. В каком состоянии - парообразном или жидком - внутренняя энергия вещества при температуре кипения больше?

а) Парообразном. б) Жидком.

в) В обоих состояниях внутренние энергии вещества одинаковы.

3. Удельная теплота парообразования эфира равна $0{,}4 \cdot 10^6$ Дж/кг. Сколько энергии надо ему передать, чтобы превратить при температуре кипения в пар 1 кг этой жидкости? 2 кг?

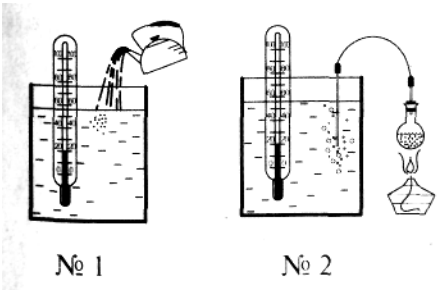
а)$0{,}4 \cdot 10^6$Дж;$0{,}2 \cdot 10^6$Дж. б)$0{,}2 \cdot 10^6$Дж;$0{,}4 \cdot 10^6$Дж. в)$0{,}4 \cdot 10^6$Дж;$0{,}8 \cdot 10^6$Дж.

4. Определите энергию, необходимую для превращения в пар 1 кг жидкого аммиака при температуре его кипения. Сколько энергии выделится во время его конденсации при этой температуре?

а)1,4•$10^6$Дж;0Дж. б) 1,4 • $10^6$ Дж; 1,4 • $10^6$ Дж.

в) Для ответа недостаточно данных.

5. В каком из сосудов (№ 1 или № 2) вода будет горячее, если температура вливаемого кипятка и пропускаемого пара, а также другие условия опыта одинаковы?



№ 1 № 2

**а)** № 1. **б)** № 2.

**в)** Вода нагреется в этих сосудах одинаково.

6. По какой формуле вычисляют количество теплоты, необходимое для превращения в пар жидкости любой массы при температуре ее кипения?

*а)$Q=\chi m$.* *в)$Q = qm$.*

*б)$Q = cm\Delta t$.* *г)$Q = Lm$.*

7. Сколько энергии надо затратить, чтобы превратить в пар 1 кг воды, начальная температура которой 25 °С?

а)2,6•$10^6$Дж. в)54,5 • $10^4$Дж.

6)33,8• $10^6$ Дж. г)2,6 • $10^4$Дж.

8. В баке находится 30 кг воды при 20 °С. Ее довели до кипения и выпарили 5 кг. Какое количество теплоты затратили на это?

а) 21,6 $10^4$Дж. в) 21,6•$10^6$Дж.

6) 216• $10^4$Дж. г) 216•$10^6$Дж.

9. Колба содержит 500 г эфира при 0 °С. Какое количество теплоты потребуется для его выкипания?

а)2,4•$10^6$Дж. в)4,8•$10^5$Дж.

6)4,8 •$10^6$Дж. г)2,4•$10^5$Дж.

10. На выпаривание жидкого аммиака израсходовано 12,6 •$10^6$ Дж энергии. Какой массы порцию этого вещества превратили в пар?

а) 0,9 кг. в) 19 кг.

б) 9 кг. г) 1,9 кг.

### 3.4. Количество теплоты, выделяющееся при сгорании топлива

Для нагревания тел часто используют энергию, выделяющуюся при сгорании топлива. Обычное топливо (уголь, нефть, бензин) содержит углерод. При горении атомы углерода соединяются с атомами кислорода, содержащегося в воздухе, в результате чего образуются молекулы углекислого газа. Кинетическая энергия этих молекул оказывается больше, чем у исходных частиц. Увеличение кинетической энергии молекул в процессе горения и называют выделением энергии.

Энергия, выделяющаяся при полном сгорании топлива, называется теплотой сгорания этого топлива.

Теплота сгорания топлива (или количество теплоты, выделяющееся при его сгорании) зависит от вида топлива и его массы. Чем больше масса топлива, тем большее количество теплоты выделится при его полном сгорании.

Физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании 1 кг топлива, называется **удельной теплотой сгорания** этого топлива.

Удельную теплоту сгорания топлива обозначают буквой $q$ и измеряют в джоулях на килограмм (Дж/кг).

$q$ — удельная теплота сгорания топлива.

Удельную теплоту сгорания разных видов топлива можно найти в таблице 13.

Таблица 13

**Удельная теплота сгорания некоторых видов топлива, $\frac{Дж}{кг}$**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Порох | $0{,}38 \cdot 10^7$ | Древесный уголь | $3{,}4 \cdot 10^7$ |
| Дрова сухие | $1{,}0 \cdot 10^7$ | Природный газ | $4{,}4 \cdot 10^7$ |
| Торф | $1{,}4 \cdot 10^7$ | Нефть | $4{,}4 \cdot 10^7$ |
| Каменный уголь | $2{,}7 \cdot 10^7$ | Бензин | $4{,}6 \cdot 10^7$ |
| Спирт | $2{,}7 \cdot 10^7$ | Керосин | $4{,}6 \cdot 10^7$ |
| Антрацит | $3{,}0 \cdot 10^7$ | Водород | $12 \cdot 10^7$ |

Из этой таблицы, например, видно, что удельная теплота сгорания торфа равна $1{,}4*10^6$ Дж/кг. Это число показывает, что при полном сгорании торфа массой 1 кг выделится количество теплоты, равное $1{,}4*10^6$ Дж. При сгорании 2 кг торфа выделится в 2 раза больше энергии, при сгорании 3 кг — в 3 раза больше и т. д.

Количество теплоты, выделяющееся при сгорании произвольной массы топлива, находят по формуле

$$Q = qm.$$

*Чтобы найти количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании топлива произвольной массы, нужно удельную теплоту сгорания этого топлива умножить на его массу.*

Вопросы: 1. Что имеют в виду, когда говорят о выделении энергии при сгорании топлива? 2. Какую величину называют удельной теплотой сгорания топлива? 3. В каких единицах измеряют удельную теплоту сгорания топлива? 4. Удельная теплота сгорания нефти равна $4{,}4 \cdot 10^7$ Дж/кг. Что показывает это число?

## 3.5. Итоговый тест по теме «Изменение агрегатных состояний вещества»

**I вариант**

1. Температура плавления олова 232 °С. При какой температуре оно отвердевает? Как изменяется его внутренняя энергия при переходе в твердое состояние?

а) При любой температуре; увеличивается.

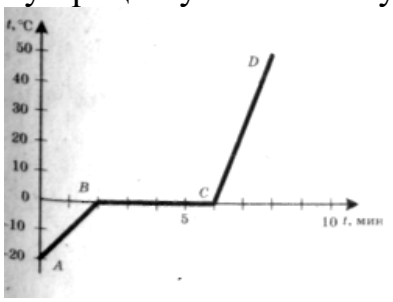
б) При 232 °С; уменьшается.

в) При температуре плавления; увеличивается.

2. Температура в электропечи достигает 1500 °С. Какое из веществ — медь, сталь, железо — можно в ней расплавить?

а) Медь. б) Сталь. в) Железо.

3. Кусок льда нагрели и расплавили. График этого процесса представлен на рисунке. Определите по нему, сколько минут плавился лед, какому процессу соответствует участок *AB* графика.

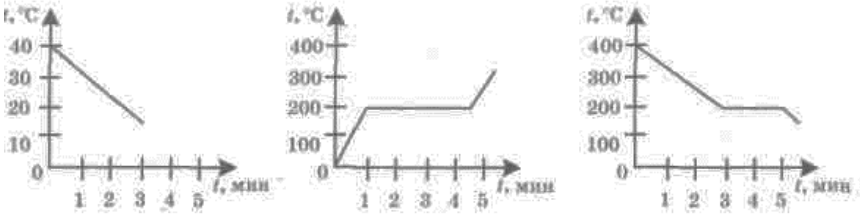



**а)** 6 минут; нагреванию льда 0 °С.

**б)** 4 мин; нагреванию льда до температуры плавления.

**в)** 4 мин; плавлению льда.

4. На рисунке изображены графики изменения температуры веществ со временем. Какой из них соответствует процессу отвердевания вещества?




**а)** № 1.

**б)** № 2.

**в)** № 3.

5. Сколько энергии необходимо для превращения в жидкость 3 кг парафина при температуре его плавления?

а) 7,5• $10^5$Дж. б)4,5 •$10^5$Дж. в) 0,5• $10^5$Дж.

6. Кусок льда массой 500 г находится при температуре -20 °С. Какое количество теплоты нужно ему сообщить, чтобы он полностью расплавился?

а) 1,9• $10^5$Дж. б)0,2•$10^5$ Дж. в) 1,7• $10^5$Дж.

7. При какой температуре жидкость не испаряется?

а) При отрицательной температуре.

б) При той, при которой вещество отвердевает.

в) Жидкость испаряется при любой температуре.

8. Каково условие, при котором наступает динамическое равновесие между паром и жидкостью?

а) Число покидающих жидкость молекул должно стать равным числу молекул, возвращающихся в нее из пара.

б) Неизменность количества жидкости и пара.

в) Прекращение испарения жидкости.

г) Ответить нельзя без дополнительных данных.

9. Плотность водяного пара в атмосфере при температуре 10 °С равна 8,3г/м$^3$. Какова абсолютная влажность воздуха?

а) 83г/м$^3$; б) 8,3 г/м$^3$ ;

в) Ответить нельзя без дополнительных данных.

10. В каком случае возможно при росте абсолютной влажности воздуха уменьшение его относительной влажности?

а) При очень медленном увеличении абсолютной влажности.

б) В случае понижения температуры воздуха.

в) При повышении температуры воздуха.

11. В каком из названных явлений происходит выделение энергии?

а) На балконе сохнет белье.

б) В комнате запотевают окна.

в) На полу, протертом мокрой тряпкой, уменьшаются пятна влаги.

12. Какой вид парообразования — испарение или кипение — происходит при определенной для каждого вещества температуре?

а) Испарение. б) Кипение.

в) Оба вида парообразования происходят при любой температуре.

13. В обычных условиях ртуть — жидкость, медь — твердое тело. Температура кипения какого из этих веществ выше? Почему?

а) Ртути, так как это металл.

б) Меди, потому что ее надо сначала превратить в жидкость.

в) Их температуры примерно одинаковы, поскольку оба вещества — металлы.

14. По какой формуле можно вычислить количество теплоты, расходуемой на кипение жидкости?

а) $Q = Lm$. б) $Q = \chi m$. в) $Q = qm$.

15. Какое количество теплоты надо затратить на выпаривание 15 кг эфира при температуре 35 °С?

а)1,4•10$^6$Дж. б)21•10$^7$Дж. в)6 •10$^6$Дж.

16. Если эфир находится при комнатной температуре (20 °С), то сколько потребуется энергии, чтобы превратить в пар при кипении 200 г этого вещества?

а)8705Дж. б) 96450 Дж. в) 87050 Дж.

17. В каком случае на превращение воды одной и той же массы в пар придется затратить больше энергии: когда взят лед при 0 °С или вода при 0°С, вода при 100 °С?

а) Лед. б) Вода при 0 °С. в) Вода при 100 °С.

18. Какие превращения энергии происходят в тепловом двигателе?

а) Выделяющаяся при сгорании топлива энергия превращается в механическую энергию двигателя.

б) Внутренняя (химическая) энергия топлива превращается во

внутреннюю энергию газа или пара, которая преобразуется в механическую энергию поршня двигателя.

в) Газ, образующийся в двигателе, приобретает механическую энергию, за счет которой производит работу.

19. Какая физическая величина характеризует экономичность теплового двигателя?

а) Произведенная двигателем полезная работа.

б) Масса сжигаемого топлива.

в) Коэффициент полезного действия.

20. В двигателе внутреннего сгорания сожжен 1 кг бензина. За это время он совершил работу, равную $13{,}8 \cdot 10^6$ Дж. Каков КПД двигателя?

а) 20%. б)25%. в) 30%.

**II вариант**

1. Известно, что олово находится при температуре 232 °С. Плавится оно или отвердевает?

а) Частично плавится, частично отвердевает.

б) Если получает энергию, то плавится, если отдает — отвердевает.

в) Плавится, но иногда отвердевает в зависимости от его количества.

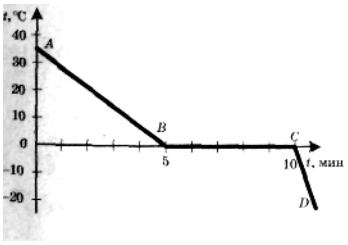
2. Максимальная температура, на которую рассчитана плавильная печь, 3000 °G. Какой металл — железо, вольфрам, алюминий — нельзя в ней расплавить?

а) Железо.

б) Вольфрам.

в) Алюминий.

3. Какому процессу изменения агрегатного состояния воды соответствует представленный на рисунке график? Какой длительности интервал времени занял этот процесс?

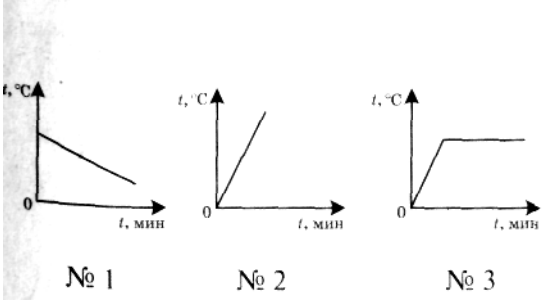



**а)** Отвердеванию; 5 мин.

**б)** Охлаждению без изменения агрегатного состояния вещества; 5 мин.

**в)** Плавлению; 10 мин.

4. Какой из графиков построен для плавящегося вещества? Какому процессу соответствует график № 2?




**а)** № 1; нагреванию вещества.

**б)** № 2; охлаждению вещества.

**в)** № 3; нагреванию вещества.

5. Вычислите количество теплоты, необходимое для плавления 5 кг свинца при температуре 327 °С.

а)0,5 • $10^4$Дж. в)2,5•$10^5$Дж.

б)1,25• $10^5$Дж. г) 12,5 •$10^5$ Дж.

6. Сколько энергии нужно для плавления 10 кг меди? Ее температура 585 °С.

а)4,1•$10^6$Дж. б)4,6• $10^6$Дж. в)2,3•$10^6$Дж. г)41•$10^6$Дж.

7. Как испарение жидкости зависит от площади ее поверхности?

а) Не зависит.

б) Чем больше площадь поверхности, тем испарение интенсивнее.

в) При увеличении площади поверхности испарение замедляется.

8. Что характерно для состояния динамического равновесия пара и жидкости?

а) Замедление и прекращение испарения жидкости.

б) Увеличения количества пара и его интенсивная конденсация.

в) Испарение жидкости и конденсация пара в равных количествах.

9. Абсолютная влажность воздуха 25,42 *г/м*$^3$. Какова в нем плотность водяного пара?

а)2,54г/м$^3$. б)25,42г/м$^3$ в) 50,84 г/м$^3$.

10. Что показывает точка росы?

а) Температуру, при которой водяной пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным.

б) Момент, когда пар воды, содержащийся в воздухе, достигает насыщения.

в) Переход при понижении температуры ненасыщенного пара в насыщенный.

11. При каком процессе — испарении жидкости или конденсации пара — энергия выделяется?

а) При испарении жидкости. в) При том и другом процессе.

б) При конденсации пара.

12. Какой вид парообразования более интенсивен? Почему?

а) Испарение, потому что у жидкости может быть большая поверхность.

б) Кипение, так как пар образуется во всем объеме жидкости.

в) Их интенсивность нельзя сравнить, поскольку нет нужных данных.

13. Какие жидкости, из указанных в таблице, закипают при более низкой температуре, чем вода?

а) Эфир и спирт. б) Молоко, эфир, спирт.

в) Водород, кислород, эфир, спирт.

14. По какой формуле рассчитывают количество теплоты, выделяющееся при конденсации пара?

а) Q = χm. в) Q = $cm(t_2-t_1)$.

б) Q = Lm г) Q= qm

15. Сколько энергии выделяет при конденсации 100 г ртути?

а)3• $10^4$Дж. б)3• $10^5$Дж. в)3• $10^6$Дж. г)3• $10^7$Дж.

16. Какое количество теплоты потребуется для превращения при кипении в пар 0,5 кг воды, находящейся при температуре 40 °С?

а)12,34• $10^5$Дж. б)12,76 • $10^4$Дж. в) 12,76• $10^5$ Дж.

17. Имеются: чашечка воды, кусочек льда, пробирка с водяным паром. Массы воды во всех состояниях одинаковы. Расположите эти тела в порядке убывания внутренней энергии воды.

а) Пробирка — чашечка — кусочек льда.

б) Чашечка — пробирка — кусочек льда.

в) Кусочек льда — чашечка — пробирка.

18. Наличие каких основных частей обязательно для любого теплового двигателя?

а) Цилиндра с поршнем, рабочего вала, маховика.

б) Источника газа или пара, вращаемого вала, отвода отработавшего газа (пара).

в) Нагревателя, рабочего тела, холодильника:

19. По каким формулам рассчитывается КПД тепловых двигателей?

а) $КПД = \frac{A_п}{Q_1} \cdot 100\%$.

б) $КПД = \frac{A_{полез.}}{A_{полная}} \cdot 100\%$.

в) $КПД = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$.

20. Какую полезную работу сможет совершить двигатель внутреннего сгорания, имеющий КПД = 36%, если бензина в его баке осталось 3 кг?

а) ≈ 5 • $10^5$Дж. б) ≈5• $10^6$Дж. в) ≈5•$10^7$Дж.

## 4. Тепловые двигатели

Развитие техники во многом зависит от умения как можно более полно использовать те запасы внутренней энергии, которые содержатся в топливе.

Использовать внутреннюю энергию — значит совершить полезную работу, например, переместить поршень, поднять груз и т. д.

Проделаем опыт. Нальем в пробирку немного воды, затем плотно закроем ее пробкой и нагреем воду до кипения. Под давлением образовавшегося пара пробка выскочит и поднимется вверх. Сначала в этом опыте энергия топлива перешла во внутреннюю энергию пара. Затем пар, расширяясь, совершил работу — поднял пробку.

Если мы заменим пробирку прочным металлическим цилиндроида пробку — плотно пригнанным поршнем, способным двигаться внутри цилиндра, то получим простейший *тепловой двигатель.*

**Тепловым двигателем** называют устройство, совершающее работу за счет использования внутренней энергии топлива.

Существуют разные виды тепловых двигателей: *паровая машина, двигатель внутреннего сгорания, газовая и паровая турбины, реактивный двигатель.* В каждом из них энергия топлива сначала переходит в энергию

газа (или пара), который затем, расширяясь, совершает работу. В процессе совершения этой работы часть внутренней энергии газа превращается в механическую энергию движущихся частей двигателя.

Совершая работу, тепловой двигатель использует лишь некоторую часть той энергии, которая выделяется при сгорании топлива.

Физическая величина, показывающая, какую долю составляет совершаемая двигателем работа от энергии, полученной при сгорании топлива, называется **коэффициентом полезного действия** теплового двигателя.

КПД теплового двигателя находят по формуле

$$\eta = \frac{A}{Q} \cdot 100\%,$$

где $Q$ — количество теплоты, полученное в результате сгорания топлива; $A$ — работа, совершаемая двигателем.

В результате того, что $A$ всегда меньше Q, коэффициент полезного действия любого теплового двигателя оказывается меньше 100%.

Первые тепловые двигатели были построены в конце XVIII в. Это были *паровые машины.*

Основной частью паровой машины является цилиндр, внутри которого находится поршень. Поршень приводится в движение паром, который поступает из парового котла.

Первая универсальная паровая машина была построена английским изобретателем Джеймсом Уаттом. Начиная с 1768 г. на протяжении многих лет он занимался усовершенствованием ее конструкции. При поддержке крупного промышленника Болтона за десять лет в период с 1775 по 1785 г. фирма Уатта построила 66 паровых машин: из них 22 для медных рудников, 17 для металлургических заводов, 7 для водопроводов, 5 для каменноугольных шахт и 2 для текстильных фабрик. За следующее десятилетие той же фирмой было поставлено уже 144 такие машины.

Изобретение паровой машины сыграло огромную роль в переходе к машинному производству. Недаром на памятнике Уатту написано: «Увеличил власть человека над природой».

Вопросы: 1. Приведите примеры превращения внутренней энергии пара в механическую энергию тела. 2. Что называют тепловым двигателем? 3. Назовите виды тепловых двигателей. 4. Что называют коэффициентом полезного действия теплового двигателя? 5. Кто изобрел паровую машину?

**Тест «Работа пара и газа при расширении»**

1. Как изменяется внутренняя энергия пара или газа при расширении? Изменение какой физической величины свидетельствует об этом?

а) Уменьшается; массы.

б) Увеличивается; температуры.

в) Уменьшается; температуры.

г) Увеличивается; мощности.

2. Машины, в которых внутренняя энергия топлива превращается во внутреннюю энергию газа или пара, а затем в механическую энергию, называют...

а) ...гидравлическими машинами.

б) ...тепловыми двигателями.

в) ...простыми механизмами.

3 Какой тепловой двигатель называют двигателем внутреннего сгорания?

а) Который имеет внутреннюю камеру сгорания топлива.

б) У которого топливо сгорает внутри рабочего цилиндра двигателя.

в) Для которого используется жидкое топливо, вводимое непосредственно в двигатель.

4. Из последовательности каких 4-х тактов состоит каждый цикл работы двигателя внутреннего сгорания?

а) Впуск, расширение, воспламенение, рабочий ход.

б) Впуск, сжатие, воспламенение, выпуск.

в) Впуск, воспламенение, рабочий ход, выпуск.

г) Впуск, сжатие, рабочий ход, выпуск.

5. Зачем для работы четырехтактного двигателя внутреннего сгорания нужен маховик на его валу?

а) Чтобы маховик во время рабочего хода запасал энергию, нужную для работы двигателя внутреннего сгорания.

б) Чтобы маховик вращал вал двигателя в интервалах времени между рабочими ходами.

в) Чтобы, получив энергию во время рабочего хода и вращаясь затем по инерции, маховик поворачивал вал двигателя для осуществления других тактов цикла его работы.

6. Паровая (газовая) турбина — вид теплового двигателя...

а) ...приводимого в движение струями пара (газа), давящими на лопатки дисков, находящихся на его валу.

б) ...отличающегося от двигателя внутреннего сгорания тем, что может работать на любом топливе.

в) ...без поршня и системы зажигания топлива.

г) ...для которого характерны все пункты а, б, в.

7. Наличие каких составных частей обязательно для работы теплового двигателя?

а) Рабочего тела — пара или газа.

б) Камеры сгорания топлива или парового котла с топкой.

в) Отвода отработанного пара или газа.

г) Нагревателя, рабочего тела, холодильника.

8. Какая физическая величина характеризует экономичность двигателя/

а) Произведенная двигателем механическая работа.

б) Его мощность.

в) Коэффициент полезного действия двигателя.

г) Количество теплоты, полученное при сгорании топлива.

9. Коэффициент полезного действия — это физическая величина, равная...

а) ...совершенной двигателем полезной работе.

б) ...отношению произведенной двигателем полезной работы к полученной от нагревателя энергии.

в) ...количеству теплоты, выделенной при сгорании топлива.

10. По каким формулам находят коэффициент полезного действия теплового двигателя?

**а)** $КПД = \frac{A_{полез.}}{A_{полная}} \cdot 100\%$. **в)** $КПД = \frac{A_{полез.}}{Q_1} \cdot 100\%$.

**б)** $КПД = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%$. **г)** $КПД = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$

11. Удельная теплота сгорания керосина 4,6 • $10^7$ Дж/кг. Какое количество теплоты выделит при полном сгорании 1 кг керосина?

а)46•$10^7$Дж. в)23•$10^7$Дж.

б)2,3•$10^7$Дж. г)4,6•$10^7$Дж.

12. Известно, что при полном сгорании 7 кг торфа выделилось 9,8 • $10^7$ Дж энергии. Какова удельная теплота сгорания торфа?

а)9,8•$10^7$Дж/кг. В)4,2•$10^7$Дж/кг.

б)1,4•$10^7$Дж/кг. г)68,6 Дж/кг.

13. Сколько нефти надо сжечь, чтобы получить количество теплоты, равное 35,2 • $10^7$Дж?

а) 35,2 кг. в) 80 кг.

б) 4,4 кг. г) 8 кг.

14. Определите КПД двигателя внутреннего сгорания, который производит 46 • $10^6$ Дж полезной работы, затрачивая 3 кг бензина.

а) 27%. в) 33,3%.

б)30%. г) 35%.

15. Какие превращения энергии происходят в тепловом двигателе?

а) Выделяющаяся при сгорании топлива энергия превращается в механическую энергию двигателя.

б) Внутренняя (химическая) энергия топлива превращается во внутреннюю энергию газа или пара, которая преобразуется в механическую энергию поршня двигателя.

в) Газ, образующийся в двигателе, приобретает механическую энергию, за счет которой производит работу.

16. Какая физическая величина характеризует экономичность теплового двигателя?

а) Произведенная двигателем полезная работа.

б) Масса сжигаемого топлива.

в) Коэффициент полезного действия.

17. В двигателе внутреннего сгорания сожжен 1 кг бензина. За это время он совершил работу, равную 13,8• $10^6$ Дж. Каков КПД двигателя?

а) 20%. б)25%. в) 30%.

18. Сколько дров придется сжечь в топке парового котла, чтобы турбина, К.П.Д. которой 32%, произвела$3{,}2 \cdot 10^8$Дж полезной работы?

а) 10 кг. в) 500 кг.

б) 100 кг. г) 1000 кг.

19. Почему (указать главную причину) КПД теплового двигателя не может быть равен 100%?

а) Потому что пар (газ) отдает в тепловом двигателе только часть своей внутренней энергии и должен быть отведен в холодильник, чтобы новая порция пара, могла произвести работу.

б) Потому что всегда существует трение в движущихся деталях двигателя.

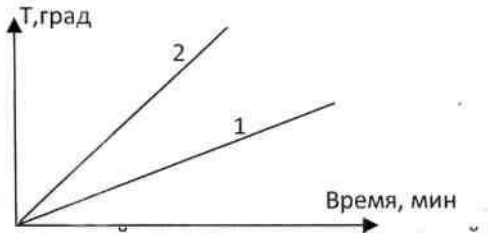
в) Потому что часть количества теплоты, выделяющегося при сгорании топлива, теряется — передается окружающим нагреватель телам.

## Контрольная работа по разделу «Тепловые явления»

**Контрольные вопросы** (по 5 баллов).

1. Сколько потребуется тепла для нагревания на 1°С одного кубического сантиметра серебра?

2. На рисунке приведены графики зависимости от времени температуры двух тел одинакового объема: меди и свинца. Оба тела нагревались в одинаковых сосудах и на одинаковых горелках. Объясните, какой из графиков построен для меди и какой для свинца.




3. Температура 0°С является, как известно, одновременно и температурой таяния льда, и температурой замерзания воды. Что же произойдет, если в сосуд с водой при температуре 0°С положить кусок льда при температуре 0°С?

4. Сосуды и необожженной глины обладают любопытной особенностью, что налитая в них вода становится прохладнее, чем окружающие предметы. Попробуйте объяснить этот факт.

5. Почему водяной пар при температуре 100°С обжигает сильнее воды той же температуры?

6. Для того чтобы нагреть кастрюлю с водой, всегда помещают нагреватель внизу. Желая охладить кастрюлю с водой как можно быстрее до комнатной температуры, хозяйка поставила ее на лед. Правильно ли это?

**Задачи** (10 баллов за задачу)

1. До какой температуры была нагрета при закалке стальная пилка массой 200 г, если при опускании ее в сосуд с маслом в сосуде установилась общая температура 35°С? Удельную теплоемкость стали считать равной 500 Дж/кг град, а масла - 1700 Дж/кг град. Потерями теплоты пренебречь.

Начальная температура масла в сосуде 10°С, его масса 2 кг.

2. Электрическая лампа мощностью Р=60 Вт опущена в прозрачный калориметр, содержащий воду массой 600 г. За 5 минут вода нагрелась на 4°с. Какую часть энергии, потребляемой лампой, калориметр пропускал наружу в виде излучения? Теплоемкостью калориметра пренебречь. Удельная теплоемкость воды 4200Дж/кг град.

3. После опускания в воду, имеющую температуру 10 С, металлической детали, нагретой до 100 С, установилась температура 40 С. Какой станет температура воды, если, не вынимая первой детали, в нее опустить еще одну такаю же деталь, нагретую до температуры 100 С?

4. 1 кг водяного пара при температуре 100°, впускают в холодную воду массой 12 кг. Температура воды после конденсации пара поднялась до 70°С. Какова была первоначальная температура воды? Потерями тепла пренебречь. Удельная теплота парообразования воды 2,2610 Дж/кг, удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг град.

5. В 1 литр воды, температура которой 20°С, бросают кусок железа массой 100 г, нагретый до 500°С. При этом температура воды повышается до 24°С и некоторая ее часть испаряется. Определите массу испарившейся воды. Удельная теплоемкость железа 460 Дж/кг град, воды 4200 Дж/кг град, удельная теплота парообразования воды 2,2610 Дж/кг.

6. В калориметр с водой, объем которой равен 1 л, опустили мокрый снег массой 250 г. После плавления снега температура воды в калориметре установилась 5 С. Сколько воды содержалось в снеге? Начальная температура воды 20 С. Теплоемкостью калориметра пренебречь.

7. Закрытый бидон из жести частично заполнен керосином. Как, не пользуясь никакими измерительными приборами (и не открывая бидон), определить примерный уровень керосина в бидоне?

## Итоговый тест «Тепловые явления 2»

**Вариант 1**

1. Какое движение молекул и атомов в газообразном состоянии вещества называется тепловым движением?

А. Беспорядочное движение частиц во всевозможных направлениях с различными скоростями.

Б. Беспорядочное движение частиц во всевозможных направлениях с одинаковыми скоростями при одинаковой температуре.

В. Колебательное движение частиц в различных направлениях около определенных положений равновесия.

Г. Движение частиц в направлении от места с более высокой температурой к месту с более низкой температурой.

Д. Упорядоченное движение частиц со скоростью, пропорциональной температуре вещества.

2. Чем определяется внутренняя энергия тела?

А. Объемом тела.

Б. Скоростью движения и массой тела.

В. Энергией беспорядочного движения частиц, из которых состоит тело.

Г. Энергией беспорядочного движения частиц и энергией их взаимодействия.

Д. Энергией взаимодействия частиц, из которых состоит тело.

3. Может ли измениться внутренняя энергия тела при совершении работы и теплопередаче?

А. Внутренняя энергия тела изменяться не может.

Б. Может только при совершении работы.

В. Может только при теплопередаче.

Г. Может при совершении работы и теплопередаче.

4. Выполнен опыт с двумя стаканами воды. Первый стакан нагрели, передав ему 1 Дж количества теплоты, второй стакан подняли вверх, совершив работу 1 Дж. Изменилась ли внутренняя энергия воды в первом и во втором стакане?

А. Увеличилась в первом и во втором стакане.

Б. Увеличилась в первом и не изменилась во втором.

В. Не изменилась в первом, увеличилась во втором.

Г. Не изменилась как в первом, так и во втором.

Д. В первом увеличилась, во втором уменьшилась.

5. Выполнили опыт с двумя металлическими пластинами. Первая пластина перемещалась по горизонтальной поверхности и в результате действия силы трения нагрелась. Вторая пластина была поднята вверх над горизонтальной поверхностью. Работа в первом и втором опыте была совершена одинаковая. Изменилась ли внутренняя энергия пластин?

А. Увеличилась у обеих пластин.

Б. Увеличилась у первой, не изменилась у второй.

В. Не изменилась у обеих пластин.

Г. Не изменилась у первой, увеличилась у второй.

6. Какая температура принята за 0°С?

А. Температура льда.

Б. Температура тела человека.

В. Температура тающего льда при нормальном атмосферном давлении.

Г. Температура кипящей воды.

Д. Температура кипящей воды при нормальном атмосферном давлении.

Е. Температура тающего льда, перемешанного с солью.

7. Какое физическое явление используется в основе работы ртутного термометра?

А. Плавление твердого тела при нагревании.

Б. Испарение жидкости при нагревании.

В. Расширение жидкости при нагревании.

Г. Конвекция в жидкости при нагревании.

Д. Излучение при нагревании.

8. Каким способом осуществляется передача энергии от Солнца к Земле?

А. Теплопроводностью.

Б. Излучением.

В. Конвекцией.

Г. Работой.

Д. Всеми перечисленными в ответах А — Г.

9. При погружении части металлической ложки в стакан с горячим чаем непогруженная часть ложки вскоре стала горячей. Каким способом осуществилась передача энергии в этом случае?

А. Теплопроводностью.

Б. Излучением.

В. Конвекцией.

Г. Работой.

Д. Всеми перечисленными в А — Г способами.

10. Как обогревается комната радиатором центрального отопления?

А. Тепло выделяется радиатором и распределяется по всей комнате.

Б. Обогревание комнаты осуществляется только за счет явления теплопроводности.

В. Обогревание комнаты осуществляется только путем конвекции.

Г. Энергия от батареи теплопроводностью передается холодному воздуху у ее поверхности. Затем конвекцией распределяется по всей комнате.

11. Какой физический параметр определяет количество теплоты, необходимое для нагревания вещества массой 1 кг на 1° С?

А. Удельная теплота сгорания.

Б. Удельная теплота парообразования.

В. Удельная теплота плавления.

Г. Удельная теплоемкость.

Д. Теплопроводность.

12. Какой физический параметр определяет количество теплоты, необходимое для превращения одного килограмма жидкости в пар при температуре кипения?

А. Удельная теплота сгорания.

Б. Удельная теплота парообразования.

В. Удельная теплота плавления.

Г. Удельная теплоемкость.

Д. Теплопроводность.

13. При каком процессе количество теплоты вычисляют по формуле $Q = cm(t_2 - t_1)$ ?

А. При превращении жидкости в пар.

Б. При плавлении.

В. При сгорании вещества.

Г. При нагревании тела в одном агрегатном состоянии.

Д. При любом из процессов, перечисленных в ответах А — Г.

14. Как изменится скорость испарения жидкости при повышении ее температуры, если остальные условия останутся без изменения?

А. Увеличится.

Б. Уменьшится.

В. Останется неизменной.

Г. Может увеличиться, а может и уменьшиться.

15. Как изменяется внутренняя энергия вещества при его переходе из твердого состояния в жидкое при постоянной температуре?

А. У разных веществ изменяется по-разному.

Б. Может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от внешних условий.

В. Остается постоянной.

Г. Уменьшается.

Д. Увеличивается.

16. Какое количество теплоты необходимо для нагревания 200 г алюминия от 20°С до 30°С? Удельная теплоемкость алюминия 910 Дж/кг•°С.

А. 1820 Дж.

Б. 9100 Дж.

В. 1820 Дж.

Г. 9100 кДж.

Д. 45 600 Дж.

Е. 227 500 Дж.

17. Удельная теплота плавления свинца 22,6 кДж/кг. Какой мощности нагреватель нужен для расплавления за 10 мин 6 кг свинца, нагретого до температуры плавления?

А. 81360 кВт.

Б. 13560 Вт.

В. 13,56 Вт.

Г. 226 Вт.

Д. 0,226 Вт.

18. В стакане было 100 г воды при температуре 20 °С. В него долили 50 г воды при температуре 80 °С. Какой стала температура воды в стакане после смешивания воды?

А. 60 $^0$С.

Б. 50 $^0$С.

В. 40 $^0$С.

Г. Немного меньше 60 °С с учетом теплоемкости стакана.

Д. Немного меньше 50 $^0$С с учетом теплоемкости стакана.

Е. Немного меньше 40 °С с учетом теплоемкости стакана.

19. Зачем нужны двойные стекла в окнах?

А. Через двойные стекла входит меньше солнечного излучения в дом летом и меньше выходит теплового излучения из дома зимой.

Б. Слой воздуха между стеклами имеет значительно меньшую теплопроводность, чем тонкое твердое стекло. Это уменьшает теплоотдачу из дома зимой.

В. При двойных стеклах в окнах тепловое излучение свободно входит в дом, но не может выходить. Это дает дополнительное обогревание дому зимой.

Г. Двойные стекла нужны для того, чтобы дом был прочным.

20. Кристаллическое вещество при температуре 20 °С поместили в электрическую печь и некоторое время нагревали. Затем его вынули из печи и оно некоторое время остывало. График зависимости температуры вещества от времени в течение этого опыта представлен на рисунке 1. Сколько минут в этом эксперименте длился процесс плавления вещества?

А. 20 мин. Б. 18 мин. В. 10 мин. Г. 6 мин. Д. 5 мин. Е. 3 мин. Ж. 1 мин.

21. По графику (см. рис. 1) определите, во время какого процесса вещество поглотило большее количество теплоты? Процесс 1 — нагревание твердого вещества. Процесс 2 — нагревание жидкости. Процесс 3 — превращение твердого вещества в жидкость.

А. В процессе 1.

Б. В процессе 2.

В. В процессе 3.

Г. Во всех трех одинаковое количество.

Д. Ни в одном из процессов 1—3 не происходит поглощения теплоты.

22. По графику на рисунке 1 определите, в каком процессе — плавления или отвердевания вещества — мощность теплообмена была большей?

А. В процессе плавления.

Б. В процессе отвердевания.

В. Одинакова в обоих процессах.

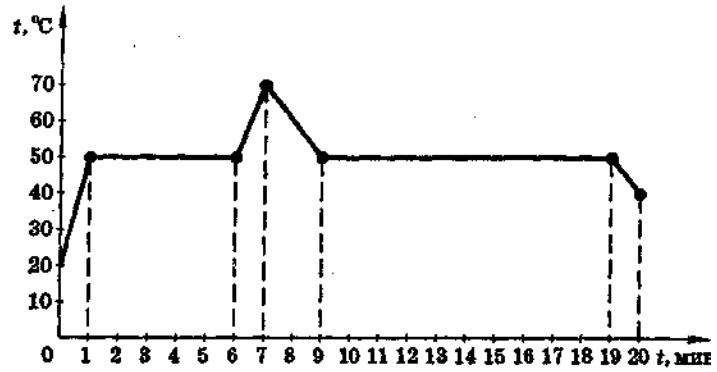



Рис. 1

23. Кубик льда растаял в открытом термосе с водой, температура льда и воды при этом не изменялась и оставалась равной О °С. Температура окружающего воздуха была +20 °С. Лед выделял или поглощал энергию в этом процессе?

А. Лед поглощал энергию воздуха, отдавал энергию воде.

Б. Лед поглощал энергию воздуха, но не передавал энергию воде.

В. Лед не поглощал и не выделял энергию.

Г. Лед поглощал энергию и воздуха, в воды.

Д. Лед отдавал энергию и воздуху, и воде.

24. Во время работы двигателя внутреннего сгорания в цилиндр вместе с бензином поступает воздух. Для чего нужен воздух?

А. Для процесса горения бензина и совершения работы в результате расширения при нагревании.

Б. Для совершения работы в результате расширения при нагревании и охлаждении цилиндра.

В. Для выдувания из цилиндра продуктов сгорания бензина и охлаждения цилиндра.

Г. Для распыления вредных продуктов сгорания бензина.

Д. Только для распыления бензина, впрыскиваемого в цилиндр.

25. Показания медицинского термометра после измерения температуры человеческого тела 37 °С. Почему эти показания не изменяются после проведения измерений, хотя температура воздуха в комнате 20 °С?

А. Во время измерения температуры тела человека ртуть в термометре расплавляется и расширяется, заполняя тонкую трубку. После вынимания термометра ртуть охлаждается и замерзает в трубке.

Б. Во время измерения температуры тела человека термометр соприкасается с плотным телом человека, от которого поступает много тепла. Поэтому показания термометра изменяются быстро. Воздух обладает очень малой плотностью, поэтому остывание ртути в термометре на воздухе происходит очень медленно.

В. При измерении температуры медицинский термометр держат в горизонтальном положении. Ртуть при расширении переливается через небольшой выступ и заполняет тонкую трубку. Для ее возвращения в исходное положение нужно поставить термометр вертикально.

Г. У основания трубка термометра сужается. Через это маленькое отверстие ртуть выталкивается в трубку при нагревании. При остывании объем ртути уменьшается, но в пустое место ртуть из трубки не может опуститься, так как ее вес меньше силы, необходимой для проталкивания через малое отверстие.

Д. Внутри медицинского термометра имеется специальный механический клапан. Этот клапан пропускает ртуть только в одном направлении. Для возвращения ртути в исходное положение нужно переключить клапан. Клапан переключается встряхиванием термометра.

26. В опыте используются два одинаковых термоса. В первый налит 1 л воды при температуре 45 °С, во второй 1 л воды при температуре 5 °С. Термосы закрыты и поставлены в комнате с температурой воздуха 25 °С. Как изменится температура в первом и во втором термосе через 5 ч?

А. В обоих термосах совершенно не изменится.

Б. В первом немного понизится, во втором на столько же градусов повысится.

В. В первом очень мало понизится, во втором значительно повысится.

Г. В первом значительно' понизится, во втором очень мало повысится.

Д. В обоих термосах температура будет равна температуре воздуха в комнате.

27. Каким способом можно точнее определить температуру горячей воды в стакане?

А. Опустить термометр в воду, быстро его вынуть и снять показания.

Б. Опустить термометр в воду, быстро его вынуть, осушить салфеткой и снять показания. В. Опустить термометр в воду и быстро снять показания, не вынимая термометр из воды.

Г. Опустить термометр в воду, дождаться, когда его показания перестанут изменяться, и снять показания, не вынимая его из воды.

Д. Опустить термометр в воду, подождать 10 — 15 мин и снять показания, не вынимая термометр из воды.

28. Стакан с водой при температуре 24 °С поставили в морозильную камеру. За 5 мин температура воды снизилась до 16 °С. Сколько еще минут пройдет до полного замерзания всей воды, если скорость отдачи тепла будет такой же? Удельная теплоемкость воды 4180 Дж/кг • °С, удельная теплота отвердевания 332,4 кДж/кг • °С.

А. 10 мин. Б. 15 мин. В. 50 мин. Г. 60 мин. Д. 65 мин.

29. На рисунке 2 представлен график зависимости температуры парафина от времени. Во время лечения человеку сделали «парафиновую ванну», использовав для этого 200 г парафина. Определите мощность теплоотдачи «парафиновой ванны». Удельная теплота отвердевания парафина 147 кДж/кг • °С.

А. - 40 кВт. Б. - 300 Вт. В. - 50 Вт. Г. - 40 Вт. Д. - 3 Вт. Е. - 0,05 Вт.

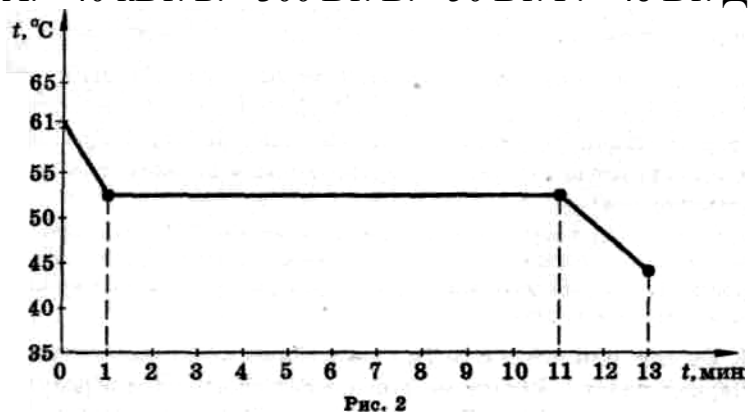


Рис. 2

30. Может ли осуществляться превращение части воды из жидкости в пар без передачи воде тепла извне и без совершения работы?

А. Такое превращение невозможно.

Б. Может, при этом внутренняя энергия оставшейся жидкой воды увеличится.

В. Может, при этом внутренняя энергия оставшейся жидкой воды уменьшится.

Г. Может, при этом внутренняя энергия оставшейся жидкой воды не изменится.

**Вариант 2**

1. Какое движение молекул и атомов в твердом состоянии вещества называется тепловым движением?

А. Беспорядочное движение частиц во всевозможных направлениях с различными скоростями.

Б. Беспорядочное движение частиц во всевозможных направлениях с одинаковыми скоростями при одинаковой температуре.

В. Колебательное движение частиц в различных направлениях около определенных положений равновесия.

Г. Движение части, в направлении от места с более высокой температурой к месту с более низкой температурой.

Д. Упорядоченное движение частиц со скоростью, пропорциональной температуре вещества.

2. От чего не зависит внутренняя энергия тела?

А. От скорости поступательного движения тела.

Б. От энергии беспорядочного движения частиц, из которых состоит тело.

В. От энергии взаимодействия частиц, из которых состоит тело.

Г. От энергии беспорядочного движения частиц и от энергии их взаимодействия.

3. Каким способом можно изменить внутреннюю энергию тела?

А. Только совершением работы.

Б. Только теплопередачей.

В. Совершением работы и теплопередачей.

Г. Внутреннюю энергию тела изменить нельзя.

4. Выполнен опыт с двумя стаканами воды. Первый стакан охладили, получив от него 1 Дж количества теплоты, второй стакан подняли вверх, совершив работу 1 Дж. Изменилась ли внутренняя энергия воды в первом и во втором стакане?

А. Уменьшилась в первом и не изменилась во втором.

Б. Не изменилась в первом, уменьшилась во втором.

В. Не изменилась как в первом, так и во втором.

Г. В первом уменьшилась, во втором увеличилась.

Д. Уменьшилась в первом и втором.

6. Выполнили опыт с двумя металлическими пластинами. Первая пластина была несколько раз изогнута и в результате этого нагрелась. Вторая пластина была поднята вверх над горизонтальной поверхностью. Работа в первом и втором опыте была совершена одинаковая. Изменилась ли внутренняя энергия пластин?

А. Не изменилась у первой, увеличилась у второй.

Б. Увеличилась у обеих пластин.

В. Увеличилась у первой, не изменилась у второй.

Г. Не изменилась у обеих пластин.

6. Какая температура принята за 100 °С?

А. Температура льда.

Б. Температура тела человека.

В. Температура тающего льда при нормальном атмосферном давлении.

Г. Температура кипящей воды.

Д. Температура кипящей воды при нормальном атмосферном давлении.

Е. Температура тающего льда, перемешанного с солью.

7. Какое физическое явление используется в основе работы спиртового термометра?

А. Расширение жидкости при нагревании.

Б. Испарение жидкости при нагревании.

В. Плавление твердого тела при нагревании.

Г. Излучение при нагревании.

Д. Конвекция в жидкости при нагревании.

8. В каком из перечисленных ниже случаев энергия от одного тела к другому передается в основном излучением?

А. При поджаривании яичницы на горячей сковородке.

Б. При нагревании воздуха в комнате от радиатора центрального отопления.

В. При нагревании шин автомобиля в результате торможения.

Г. При нагревании земной поверхности Солнцем.

Д. Во всех случаях, перечисленных в ответах А — Г.

9. В каком из перечисленных ниже случаев энергия телу передается в основном теплопроводностью?

А. От нагретой поверхности Земли верхним слоям атмосферы.

Б. Человеку, греющемуся у костра.

В. От горячего утюга к разглаживаемой рубашке.

Г. Человеку, согревающемуся бегом. Д. Во всех случаях, перечисленных в ответах А — Г.

10. Как нагревается вода в чайнике?

А. Теплота выделяется горячей плитой и поглощается чайником с холодной водой.

Б. Нагревание воды в чайнике осуществляется только за счет явления теплопроводности.

В. Нагревание воды в чайнике происходит за счет явления теплопроводности и конвекции.

Г. Нагревание воды в чайнике происходит только за счет конвекции.

11. Какой физический параметр определяет количество теплоты, выделяющееся при сгорании 1 кг вещества?

А. Удельная теплота сгорания.

Б. Удельная теплота парообразования.

В. Удельная теплота плавления.

Г. Удельная теплоемкость.

Д. Теплопроводность.

12. Какой физический параметр определяет количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг твердого вещества в жидкость при температуре плавления?

А. Удельная теплота сгорания.

Б. Удельная теплота парообразования.

В. Удельная теплота плавления.

Г. Удельная теплоемкость.

Д. Теплопроводность.

13. При передаче телу массой $m$ некоторого количества теплоты агрегатное состояние тела не изменилось. По какой формуле в этом случае можно вычислить количество переданной теплоты?

А. $Q = q \cdot m$. Б. $Q = \chi \cdot m$. В. $Q = mc\,(t_2 - t_1)$. Г. $Q = L \cdot m$. Д. $Q = 0$.

14. От чего зависит скорость испарения жидкости?

А. Только от рода жидкости.

Б. Только от ветра над жидкостью.

В. Только от температуры.

Г. Только от площади поверхности жидкости.

Д. От всех условий, перечисленных в ответах А — Г.

15. Как изменяется внутренняя энергия вещества при его переходе из газообразного состояния в жидкое при постоянной температуре?

А. Уменьшается.

Б. Увеличивается.

В. Может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от внешних условий.

Г. Остается постоянной.

Д. У разных веществ изменяется по-разному.

16. Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г меди от 10 °С до 20 °С? Удельная теплоемкость меди 370 Дж/кг • °С.

А. 370 000 Дж. Б. 37 000 Дж. В. 370 Дж. Г. 1110 кДж. Д. 1110 Дж.

17. Удельная теплота плавления льда 334 кДж/кг. Какой мощности нагреватель нужен для расплавления за 10 мин 6 кг льда при температуре 0°С?

А. 12024 кВт. Б. 200,4 к Вт. В. 3340 Вт. Г. 200,4 Вт. Д. 3,34 Вт.

18. В стакане было 50 г воды при температуре 20 °С. В него долили 100 г воды при температуре 80 °С. Какой стала температура воды в стакане после смешивания воды?

А. 60 °С.

Б. 60 °С.

В. 40 °С.

Г. Немного меньше 60 °С с учетом теплоемкости стакана.

Д. Немного меньше 50 °С с учетом теплоемкости стакана.

Е. Немного меньше 40 °С с учетом теплоемкости стакана.

19. Почему зимой в меховой шубе человеку тепло?

А. Шуба имеет большую массу, поэтому в ней сохраняется большой запас тепла из теплого дома. На морозе она понемногу отдает этот запас тепла человеку.

Б. В мехе много воздуха. Теплоемкость воздуха очень велика, и имеющееся в мехе тепло передается человеку.

В. В мехе много воздуха. Воздух обладает малой теплопроводностью, что способствует сохранению тепла, выделяемого телом человека.

Г. Мех обладает способностью повышать температуру любого тела, находящегося внутри него.

20. Кристаллическое вещество при температуре 20 °С поместили в электрическую печь и некоторое время нагревали. Затем его вынули из печи и оно некоторое время остывало. График зависимости температуры вещества от времени в течение этого опыта представлен на рисунке 1. Сколько минут в этом эксперименте все вещество находилось в жидком состоянии?

А. 20 мин. Б. 18 мин. В. 10 мин. Г. 6 мин. Д. 5 мин. Е. 3 мин. Ж. 1 мин.

21. По графику (см. рис. 1) определите, во время какого процесса вещество выделило большее количество теплоты? Процесс 1 — охлаждение жидкости. Процесс 2 — охлаждение твердого тела. Процесс 3 — превращение жидкости в твердое тело.

А. В процессе 1.

Б. В процессе 2.

В. В процессе 3.

Г. Во всех трех одинаковое количество.

Д. Ни в одном из процессов 1 — 3 не происходит выделения теплоты.

22. По графику (см. рис. 1) определите, в каком процессе — плавления или отвердевания вещества — мощность теплообмена была меньшей?

А. В процессе плавления.

Б. В процессе отвердевания.

В. Одинакова в обоих процессах.

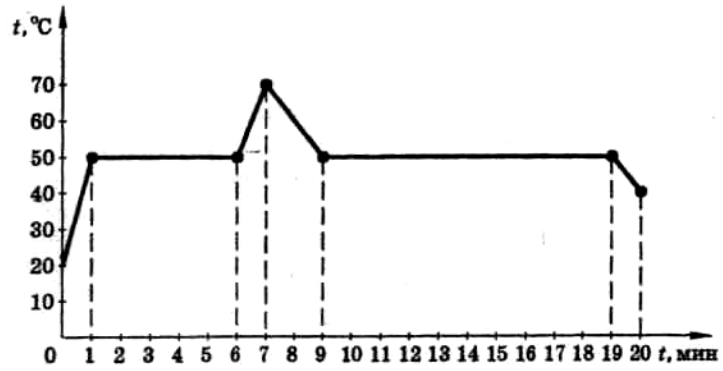



Рис. 1

23. Стакан с водой при 0 °С поставили в морозильную камеру холодильника. Через некоторое время половина воды превратилась в лед, но температура льда, воды и стакана осталась неизменной и равной 0 °С. Отдавала или поглощала энергию вода, превратившаяся в лед?

А. Не отдавала и не поглощала энергию.

Б. Отдавала незамерзшей воде в стакане и морозильнику.

В. Поглощала от незамерзшей воды и морозильника.

Г. Отдавала морозильнику и не отдавала незамерзшей воде.

Д. Поглощала от незамерзшей воды, отдавала морозильнику.

24. Во время работы двигателя внутреннего сгорания в цилиндр вместе с бензином поступает воздух. Какую роль играют кислород и азот, содержащиеся в воздухе, при работе двигателя?

А. Кислород необходим для процесса горения бензина, азот участвует в совершении работы при нагревании в результате расширения.

Б. Кислород необходим для процесса горения бензина, азот мешает работе двигателя.

В. Азот необходим для процесса горения бензина, кислород участвует в совершении работы при нагревании в результате расширения.

Г. Азот необходим для процесса горения бензина, кислород мешает работе двигателя. Д. Кислород и азот участвуют в работе двигателя

одинаково как газы, расширяющиеся при нагревании и совершающие полезную работу.

25. В чем главное отличие медицинского термометра для измерения температуры человеческого тела от термометра для измерения температуры воздуха в комнате?

А. Медицинский термометр имеет меньшие размеры.

Б. Медицинский термометр «запоминает» самую высокую температуру.

В. Медицинский термометр сделан из безвредных для человека материалов.

Г. Медицинский термометр препятствует повышению температуры человека выше 42 °С.

Д. У медицинского термометра шкала более удобная для снятия показаний.

26. В опыте используются два одинаковых термоса. В первый налит 1 л воды при температуре 45 °С, во второй 1 л воды при температуре 5 °С. Термосы закрыты и поставлены в комнате с температурой воздуха 25 °С. Как изменится температура в первом и во втором термосе через 1 месяц?

А. В обоих термосах совершенно не изменится.

Б. В первом немного понизится, во втором на столько же градусов повысится.

В. В первом очень мало понизится, во втором значительно повысится.

Г. В первом значительно понизится, во втором очень мало повысится.

Д. В обоих термосах температура будет равна температуре воздуха в комнате.

27. Каким способом можно точнее определить температуру холодной воды в стакане?

А. Опустить термометр в воду, быстро его вынуть и снять показания.

Б. Опустить термометр в воду, быстро его вынуть, осушить салфеткой и снять показания.

В. Опустить термометр в воду и быстро снять показания, не вынимая термометр из воды.

Г. Опустить термометр в воду, подождать 10 — 15 мин и снять показания, не вынимая термометр из воды.

Д. Опустить термометр в воду, дождаться, когда его показания перестанут изменяться, и снять показания, не вынимая его из воды.

28. Расплавленный цинк при температуре 630 °С влит в форму. За 10 мин температура отливки снизилась до температуры 525 °С. Температура кристаллизации цинка 420 °С. Сколько еще минут пройдет до завершения процесса кристаллизации при такой же скорости теплоотдачи, как и в начальном процессе остывания? Удельная теплоемкость жидкого цинка 0,5 кДж/кг • °С. Удельная теплота плавления 112 кДж/кг • °С.

А. 10 мин. Б. 20 мин. В. 30 мин. Г. 40 мин. Д. 224 мин. Е. 234 мин.

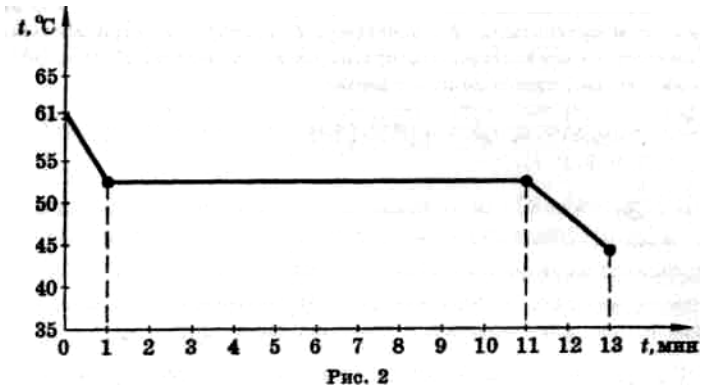


Рис. 2

29. На рисунке 2 представлен график зависимости температуры парафина от времени. Во время лечения человеку сделали «парафиновую ванну», использовав для этого 200 г парафина. Определите мощность теплоотдачи «парафиновой ванны». Удельная теплоемкость твердого парафина 2,9 кДж/кг • °С.

А. 58 Вт. Б. 58 кВт. В. 3,5 кВт. Г. 48 Вт. Д. 48 кВт. Е. 2,9 кВт.

30. В облаке водяной пар превращается в кристаллы — снежинки. Нагревается или охлаждается в результате этого процесса окружающий воздух?

А. Нагревается.

Б. Охлаждается.

В. Не нагревается и не охлаждается.

Г. При подъеме вверх нагревается, при опускании охлаждается.

Д. При подъеме вверх охлаждается, при опускании нагревается.

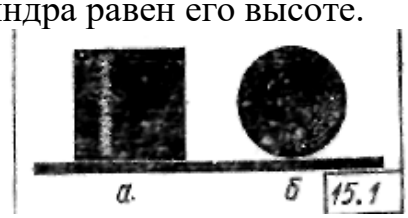
## 7.Олимпиадные задачи

1. Тетерев зимой, отправляясь ко сну, камнем падает с дерева и застревает в снегу. Что произошло с потенциальной энергией птицы?

2. В одном из двух одинаковых полых стеклянных шаров создан вакуум, а в другом имеется воздух. Как, не используя никакие измерительные приборы, определить, в каком из шаров воздух?

3. Известно, что температура выхлопных газов мотоцикла на выходе из глушителя в несколько раз ниже температуры, достигаемой в цилиндре двигателя. Почему?

4. Сплошной цилиндр из чугуна хорошо прогрет в кипящей воде. Когда он быстрее охладится до комнатной температуры: если его поставить на стол вертикально (рис. 15.1, а) или положить (рис. 15.1, б)? Диаметр основания цилиндра равен его высоте.




5. В один сосуд налита кипяченая вода, в другой — сырая. Как определить, в котором сосуде кипяченая вода?

6. В двух одинаковых узких трубках, запаянных с обоих концов, имеется капелька ртути. В одной из трубок воздух отсутствует. Трубки лежат на горизонтальной поверхности, и капельки ртути в них расположены посредине. Как, не прикасаясь к трубкам, определить, в какой из них нет воздуха?

7. Известно, что для кипения жидкости необходимо все время сообщать определенное количество теплоты. Объясните, откуда берется энергия, поддерживающая кипение воды в кофейнике в течение нескольких секунд после снятия кофейника с кипящей водой с плиты.

8. Удельная теплота сгорания сосновых дров несколько выше, чем березовых. Почему же выгоднее купить кубометр березовых дров, а не сосновых? (Цена дров одинакова.)

9. Необходимо побыстрее охладить бутылку с лимонадом. Куда для этого следует поместить бутылку: в снег или в измельченный лед, если температура их одинакова?

10. Кусок алюминия и кусок свинца упали с одинаковой высоты. Какой из металлов при ударе в конце падения будет иметь более высокую температуру? Во сколько раз? (Считать, что вся энергия тел при падении пошла на их нагревание.)

11. На какую высоту можно было бы поднять гирю массой 1 кг за счет энергии, которая выделяется при охлаждении до 0 °С стакана кипятка объемом $V = 196$ см$^3$?

12. Электрическая лампа мощностью P = 60 Вт опущена в прозрачный калориметр, содержащий воду массой 600 г. За 5 мин вода нагрелась на $\Delta t^o = 4°C$. Какую часть энергии, потребляемой лампой, калориметр пропускал наружу в виде излучения?

13. В ущелье с высоты 250 м падает камень. Вследствие трения о воздух и удара о землю камень нагревается на 1,5 *°С.* Определите удельную теплоемкость камня, считая, что 50% энергии камня расходуется на его нагревание.

14. Сравните температуру воды у основания водопада с ее температурой у его вершины. Высота водопада 60 м. Считать, что вся энергия падающей воды идет на ее нагревание.

15. В каком отношении надо взять объемы свинца и олова, чтобы их теплоемкости были одинаковы?

16. Двигатель мощностью 75 Вт в течение 5 мин вращает лопасти винта внутри калориметра, в котором находится вода массой 5 кг. Вследствие трения о воду лопастей винта вода нагревается. Считая, что вся выделенная при трении теплота пошла на нагревание воды, определите, на сколько градусов она нагрелась.

17. Двигатель мощностью 15 кВт потребляет в час нефть массой 15 кг. Определите КПД машины.

18. У поверхности воды мальчик выпускает камень, и он опускается на дно пруда на глубину H =5 м. Какое количество теплоты выделится при падении камня, если его масса m = 500 г, а объем V = 200 см$^3$?

19. Автомобиль прошел 300 км со средней скоростью 72 км/ч. При этом был израсходован бензин объемом 70 л. КПД двигателя автомобиля 25%. Какую среднюю мощность развивал двигатель автомобиля во время пробега?

20. Некоторая установка, развивающая мощность 30 кВт, охлаждается проточной водой, текущей по спиральной трубке сечением 1 $см^2$. При установившемся режиме проточная вода нагревается на $\Delta t$=15°С. Определите скорость течения воды, предполагая, что вся энергия, выделяющаяся при работе установки, идет на нагревание воды.

21. Зажженную свечу боковой поверхностью прикрепляют к кирпичной стене. Куда будет стекать стеарин— к стене или со стороны, противоположной стене? Ответ обоснуйте.

22. Мальчик заметил, что вода в стакане с опущенным в него электрокипятильником закипает быстрее будучи поставленной не над батареей, а на подоконник, хотя над ней воздух теплее, чем над подоконником. Чем такое явление может быть вызвано?

23. Каково отношение масс спирта и бензина, если удельная теплота сгорания этих горючих веществ оказалась равной $4{,}2 \cdot 10^7$ Дж/кг? Удельная теплота сгорания спирта $2{,}7 \cdot 10^7$ Дж/кг и бензина $4{,}6 \cdot 10^7$ Дж/кг.

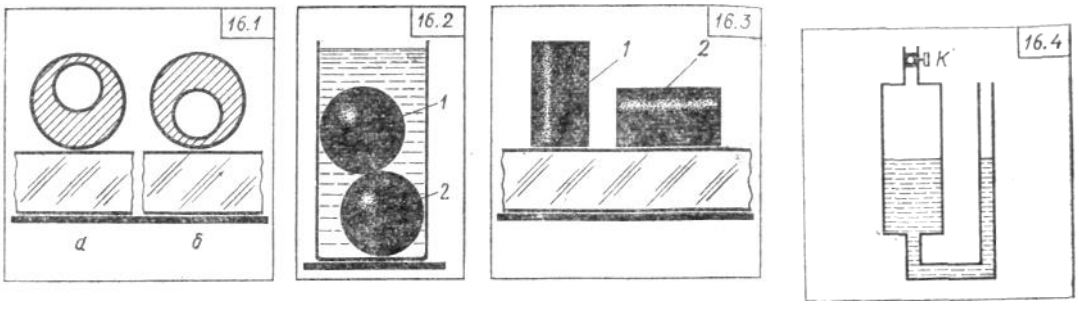
24. Температура плавления стали 1400 °С. При сгорании пороха в канале ствола орудия температура достигает 3600 °С. Почему ствол орудия не плавится при выстреле?

25. Металлический цилиндр с продольной полостью в нем, хорошо прогретый в кипящей воде, кладут на поверхность льда (рис. 16.1). В каком случае *(а* или *б)* под цилиндром, когда он полностью остынет, образуется большая лунка? Принять, что цилиндр не поворачивается, а может смещаться лишь книзу.

26. Если в воду при t = 0°С бросить кусок льда при *t* = -22°С, произойдет заметное увеличение массы льда. Процесс кристаллизации воды сопровождается выделением значительного количества теплоты. Почему же при этом вода не нагревается?

27. В сосуд с водой помещены стальные шары одинаковой массы (рис. 16.2). После длительного кипячения воды сосуд сняли с плиты, воду из него вылили, а шары положили на лед. Под каким из шаров больше расплавилось льда?

28. Два одинаковых сплошных цилиндра из чугуна хорошо прогрели в кипящей воде и затем поставили на поверхность льда (рис. 16.3). Под каким из цилиндров больше расплавится льда?



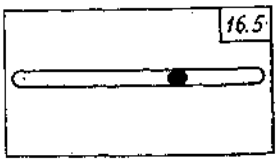
29. В теплой комнате поставили два одинаковых сосуда с водой одинаковой массы. В одном сосуде вода находится при температуре 0°С, в другом — при 8°С. В сосуды опустили одинаковые куски льда при 0 °С. Покажите графически, как будут изменяться уровни воды в сосудах при изменении температуры воды в них.

30. Удельная теплоемкость у железа или стали значительно больше, чем у меди. Почему же паяльники делают из меди, а не из стали или железа?

31. На улице целый день моросит холодный осенний дождь. В кухне развесили для просушки выстиранное белье. Быстрее ли оно высохнет, если открыть форточку?

32. Закрытый бидон из железа частично заполнен керосином. Предложите один из способов, позволяющих, не пользуясь никакими измерительными приборами (и не открывая бидон), определить примерный уровень керосина в бидоне.

33. Внутри одного из двух одинаковых шаров из чугуна при изготовлении образовалась полость. Предложите один из способов, основанный лишь на тепловых явлениях, который позволил бы определить, в каком из шаров имеется полость.




34. В кастрюле бурно кипит вода, и в ней варятся макароны. Кипит ли вода в трубках макарон?

35. На газовой плите с предельно большим пламенем горелки стоит открытая кастрюля с водой, близкой к кипению. Как только выключили газ, над кастрюлей появился обильный пар. Как этот факт можно объяснить?

36. Сообщающиеся сосуды (рис. 16.4) частично заполнили водой и кран *К* закрыли. Через некоторое время обнаружили, что при неизменной температуре окружающего воздуха и воды произошло изменение уровней воды. Какое и почему произошло изменение уровней воды в коленах сообщающихся сосудов?

37. Бутылку из пластмассы на 9/10 ее объема заполнили кипятком и закрыли пробкой. Почему, если воду в бутылке встряхнуть, пробка может вылететь? (Гидравлический удар на пробку отсутствует.)

38. В узкой, запаянной с обоих концов трубке воздух откачан. Изменит ли капелька ртути свое положение (рис. 16.5), если правый конец трубки подогреть?

39. В двух одинаковых чайниках, поставленных на одинаковые горелки, кипит вода. У одного из них крышка часто подпрыгивает, а у другого неподвижна. Почему?

40. Можно ли заставить кипеть воду, не нагревая ее?

41. Два одинаковых сосуда из полиэтилена заполнили водой, температура которой 0°С. Один сосуд поместили в воду с такой же температурой, другой — в измельченный лед, температура которого 0 °С. Замерзнет ли вода в каком-нибудь из этих сосудов?

42. При изготовлении льда в домашнем холодильнике потребовалось 5 мин для того, чтобы охладить воду от 4 до 0 °С, и еще 1 ч 40 мин для того,

чтобы она превратилась в лед, температура которого 0 °С? Чему равна удельная теплота плавления льда?

43. В воду массой 1,5 кг положили лед, температура которого 0 °С. Начальная температура воды 30 °С. Сколько нужно взять льда, чтобы он весь растаял?

44. В калориметре находятся лед и вода при температуре 0 °С. Масса льда и воды одинакова и равна 500 г. В калориметр вливают воду массой 1 кг при температуре 50 °С. Какая температура установится в нем?

45. В углубление, сделанное во льду, вливают свинец. Сколько было влито свинца, если он остыл до температуры 0 °С и при этом растопил лед массой 270 г? Начальная температура льда 0 °С, свинца 400 °С.

46. В термос с водой поместили лед при температуре —10 °С. Масса воды 400 г, масса льда 100 г, начальная температура воды 20 °С. Определите окончательную температуру воды в термосе.

47. В медном сосуде массой 400 г находится вода массой 500 г при температуре 40 °С. В воду бросили кусок льда при температуре -10 °С. Когда установилось тепловое равновесие, остался нерасплавленный лед массой 75 г. Определите начальную массу льда.

48. Кусок льда массой 700 г поместили в калориметр с водой. Масса воды 2,5 кг, начальная температура 5 °С. Когда установилось тепловое равновесие, оказалось, что масса льда увеличилась на 64 г. Определите начальную температуру льда.

49. В калориметр с водой объемом 1 л опустили мокрый снег. Масса снега 250 г, начальная температура воды 20°С. После плавления снега температура воды в калориметре стала равной 5 °С. Сколько воды содержалось в снегу?

50. Для опытного определения удельной теплоты парообразования воды сухой пар, температура которого 100°С, пропустили через воду, налитую в медный калориметр. Масса воды 400 г, масса калориметра 200 г. После этого масса воды в калориметре возросла до 421 г, а температура воды повысилась от 10 до 40 °С. Какое значение удельной теплоты парообразования было получено?

51. В калориметр, содержащий лед массой 100 г при температуре 0°С, впустили пар, температура которого 100 °С. Сколько воды окажется в калориметре после того, как весь лед растает?

52. Сколько водяного пара, температура которого 100 °С, надо ввести в латунный калориметр массой 100 г, в котором находится снег массой 150 г при температуре —20 °С, для того чтобы весь снег растаял?

53. На зимней дороге при температуре снега -10 °С автомобиль в течение 1 мин 6 с буксует, развивая мощность 12 кВт. Сколько снега растает при буксовании автомобиля, если считать, что вся энергия, выделившаяся при буксовании, идет на нагревание и плавление снега?

54. В сосуде, из которого быстро откачивают воздух, находится вода массой $m$ при £ = 0°С. В результате интенсивного испарения происходит

замораживание воды. Какая часть $m_1$ первоначальной массы воды обратилась в лед?

55. Космонавт, находясь на поверхности Луны, вскрыл ампулу, заполненную водой. Опишите поведение воды.

56. До какой температуры следует нагреть кубик из железа, чтобы он полностью погрузился в лед? Начальная температура льда 0 °С.

57. Рассчитайте, с какой высоты должна упасть капля воды, чтобы при ударе полностью испариться. Сопротивление среды и энергию, пошедшую на разрушение поверхности капли, не учитывать.

58. В двух одинаковых стаканах находится дистиллированная вода и сладкая вода. Оба стакана открыты и стоят рядом в комнате с температурой воздуха 20 °С. Что можно сказать о температуре содержимого каждого из стаканов?

59. В кастрюлю налили холодной воды при температуре $T_1 = 10°C$ и поставили на электроплитку. Через 10 мин вода закипела. Через какое время она полностью испарится?

60. Дистиллированную воду можно охладить до температуры -10 °С, и она не замерзает. Но если в эту переохлажденную воду бросить кристаллик льда, то она сразу же начинает замерзать. Какая часть воды замерзнет? Потерями теплоты пренебречь.

61. Почему пар обжигает сильнее воды той же температуры?

## Заключение

Реализация дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы естественнонаучной направленности «Физика в задачах 7-8» второго года обучения, в частности, в разделе «Тепловые явления» позволяет учащимся:

- применять методы решения основных типов физических задач;
- выявлять причинно-следственные связи между явлениями природы,
- освоить виды моделирования и формирование на этой основе начальных физических понятий и представлений;
- сформировать навыки самостоятельного поиска путей решения задач;
- иметь представление о том, что задача может иметь несколько правильных решений, и что существуют задачи, не имеющие решения;
- иметь представление о том, что мыслительная деятельность и, в частности, поиск решения задачи сама по себе достаточно интересна и увлекательна.

Основной акцент в реализации программы сделан на развитие практических умений: решение задач, работу с тестами, овладение навыками поисково-исследовательской деятельности.

Для наиболее мотивированных на углубленное изучение физики учащихся предоставляется возможность подготовки к участию в олимпиадах.

## Список использованной литературы

1. Контрольные и проверочные работы по физике, 7-11 класс, Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А. – М., изд. «Дрофа», 1997 г.
2. Лукашик В.И. Физическая олимпиада в 6-7 классах средней школы. Пособие для учащихся. — 2-е изд., перераб. и доп. — М., Просвещение, 1987г.
3. Физика: Учеб. для 8 кл. общеобразоват. учреждений / С. В. Громов, Н. А. Родина. — 4-е изд. — М.: Просвещение, 2002 г.
4. Чеботарева А.В. Тесты по физике. 8 класс: к учебнику А.В.Перышкина «Физика. 8 класс». ФГОС (к новому учебнику) / А.В.Чеботарева - М., «Экзамен», 2020 г.
5. https://phys-oge.sdamgia.ru/ – РЕШУ ОГЭ: образовательный портал для подготовки к экзаменам: физика
6. https://uchitel.pro/ – учитель Про.