



8



Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

1

УДК 373.167.1:53+53(075.3)

ББК 22.3я721

Ф50

Авторы:

Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова, И. Н. Корнильев,
А. В. Кошкина; под ред. В. А. Орлова

Издание выходит в pdf-формате.

Физика. 8 класс : учебник : в 2 частях : издание в
Ф50 pdf-формате / Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова,
И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина ; под ред. В. А. Орло-
ва. — 3-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2022.

ISBN 978-5-09-102068-7 (электр. изд.). —

Текст : электронный.

ISBN 978-5-09-087416-8 (печ. изд.).

Ч. 1. — 224 с. : ил.

ISBN 978-5-09-101309-2 (электр. изд.).

ISBN 978-5-09-087417-5 (печ. изд.).

Линия учебников для основной школы. Материал разбит на два уровня сложности и представлен как канва сценариев уроков, реализующих деятельностный подход к обучению: тщательно подобранные задания погружены непосредственно в теорию. Имеется набор заданий трёх уровней сложности. Приведены описания кратковременных фронтальных практических работ, позволяющих учащимся самим открывать закономерности физических явлений при изучении нового материала, а также все типы лабораторных работ в соответствии с примерной программой.

Есть рубрика «Домашняя лаборатория», раздел «Олимпиадные задачи», задания для проектной деятельности. В учебнике для 8 класса представлен материал для подготовки к экзамену.

Соответствуют Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования.

Предназначены для всех наименований образовательных организаций: школ, лицеев, гимназий, колледжей, центров образования и пр.

УДК 373.167.1:53+53(075.3)

ББК 22.3я721

Учебное издание

ФИЗИКА

8 класс

Учебник

В двух частях

Часть 1

Генденштейн Лев Элевич, Булатова Альбина Александровна,
Корнильев Игорь Николаевич, Кошкина Анжелика Васильевна

Центр физики и астрономии

Редактор *Г. Ершова*. Методист *Н. Лукиенко*

Оформление *Н. Новак*. Художник *Ю. Корчмарь*

Технический редактор *Е. Денюкова*. Корректор *И. Копылова*

Компьютерная вёрстка *А. Борисенко*

Подписано в печать 12.08.2021. Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 18,2.

Тираж экз. Заказ .

Акционерное общество «Издательство «Просвещение».

Российская Федерация, 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3,
этаж 4, помещение I.

Адрес электронной почты «Горячей линии» — vopros@prosv.ru.

ISBN 978-5-09-101309-2

(ч. 1, электр. изд.)

ISBN 978-5-09-102068-7 (электр. изд.)

ISBN 978-5-09-087417-5

(ч. 1, печ. изд.)

ISBN 978-5-09-087416-8 (печ. изд.)

© Генденштейн Л. Э., Булатова А. А.,
Корнильев И. Н., Кошкина А. В., 2019

© АО «Издательство «Просвещение», 2020

© Художественное оформление.

АО «Издательство «Просвещение», 2020

Все права защищены

Оглавление

Глава I. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

§1. Внутренняя энергия.	
Количество теплоты и виды теплопередачи	6
1. Внутренняя энергия	6
2. Способы изменения внутренней энергии	7
3. Температура	8
4. Виды теплопередачи	9
Хочешь узнать больше?	
5. Почему утром море спокойное?	12
§2. Удельная теплоёмкость	18
1. Опыт Джоуля	18
2. Удельная теплоёмкость	20
Хочешь узнать больше?	
3. Почему морской климат мягкий?	22
§3. Измерение удельной теплоёмкости.	
Уравнение теплового баланса	26
1. Измерение удельной теплоёмкости вещества	26
2. Уравнение теплового баланса	27
Хочешь узнать больше?	
3. Постановка и решение более трудных задач	28
§4. Энергия топлива. Плавление и кристаллизация	31
1. Удельная теплота сгорания	31
2. Плавление	33
3. Удельная теплота плавления	34
4. Кристаллизация	35
Хочешь узнать больше?	
5. Кипяток из снега	36
§5. Парообразование и конденсация.	
Испарение и кипение	41
1. Парообразование и конденсация	41
2. Испарение	42
3. Кипение	43
4. Удельная теплота парообразования	44
5. Насыщенный и ненасыщенный пар	45
6. Влажность воздуха	46
Хочешь узнать больше?	
7. Кипение воды при комнатной температуре	48
8. Опреснение морской воды	49
§6. Тепловые двигатели	53
1. Паровая турбина	53
2. Реактивный двигатель	54
3. Двигатель внутреннего сгорания	56
4. КПД теплового двигателя	58
5. Тепловые двигатели и защита окружающей среды	58
Хочешь узнать больше?	
6. Расход бензина на 100 км пробега автомобиля	59
Главное в этой главе	62

Глава II. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

§7. Электризация тел. Носители электрического заряда	66
1. Электрические взаимодействия	66
2. Два рода электрических зарядов	67
3. Проявления и применения электризации	68
4. Носители электрического заряда	69
5. Проводники и диэлектрики	71
Хочешь узнать больше?	
6. Как зарядить тело, не прикасаясь к нему заряженным телом?	73
7. Почему незаряженные тела притягиваются к заряженным?	75
§8. Закон сохранения электрического заряда.	
Закон Кулона	80
1. Электромметр	80
2. Закон сохранения электрического заряда	82
3. Закон Кулона	84
4. Элементарный электрический заряд	87
§9. Электрическое поле	91
1. Электрическое поле.	
Напряжённость электрического поля	91
2. Напряжение	94
3. Энергия электрического поля	95
4. Конденсаторы	95
Хочешь узнать больше?	
5. Чувствуем ли мы электрическое поле?	96
Главное в §7—9	101
§10. Электрический ток. Действия электрического тока	103
1. Электрический ток.	
Условия существования электрического тока	103
2. Источники тока	104
3. Электрическая цепь	106
4. Действия электрического тока	107
§11. Сила тока и напряжение	112
1. Сила тока	112
2. Напряжение на участке цепи	113
3. Напряжение при последовательном соединении проводников	115
4. Сила тока при параллельном соединении проводников	116
Хочешь узнать больше?	
5. Постановка и решение более трудных задач	117
§12. Закон Ома для участка цепи.	
Удельное сопротивление	123
1. Закон Ома для участка цепи	123
2. Удельное сопротивление	126
3. Зависимость удельного сопротивления проводников от температуры	127
Хочешь узнать больше?	
4. Постановка и решение более трудных задач	128

§ 13. Применение закона Ома к последовательному соединению проводников	133
1. Сопротивление двух последовательно соединённых проводников	133
2. На каком из последовательно соединённых проводников напряжение больше?	136
3. Реостат	137
4. Важная особенность последовательного соединения проводников.....	137
Хочешь узнать больше?	
5. Последовательное соединение более чем двух проводников с различными сопротивлениями.....	138
§ 14. Применение закона Ома к параллельному и смешанному соединениям проводников	143
1. Сопротивление двух параллельно соединённых проводников.....	143
2. В каком из параллельно соединённых проводников сила тока больше?	145
3. Важная особенность параллельного соединения проводников	146
Хочешь узнать больше?	
4. Сопротивление участка цепи при смешанном соединении проводников	147
§ 15. Работа и мощность электрического тока	153
1. Закон Джоуля — Ленца и работа тока	153
2. Мощность тока.....	155
3. Короткое замыкание и предохранители	156
4. Мощность тока в последовательно и параллельно соединённых проводниках	157
Хочешь узнать больше?	
5. Мощность тока при смешанном соединении проводников	159
§ 16. Полупроводники и полупроводниковые приборы	164
1. Полупроводники и их использование.....	164
2. Носители зарядов в полупроводниках. Транзисторы	165
3. Полупроводниковые приборы	168
Главное в § 10—16	171
КРАТКОВРЕМЕННЫЕ ФРОНТАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НОВОГО МАТЕРИАЛА.....	175
Погрешности измерений	177
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	180
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	191
Рекомендации по оформлению проектно-исследовательской работы.....	193
ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ	194
ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ	201
ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ	209
Предметно-именный указатель	222

ГЛАВА I

ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ



§1. Внутренняя энергия. Количество теплоты и виды теплопередачи

1. Внутренняя энергия

В курсе физики 7-го класса вы познакомились с понятием механической *энергии*. Напомним, что механическая энергия является суммой *кинетической* энергии, обусловленной движением тел, и *потенциальной* энергии, обусловленной взаимодействием тел.

Вспомним теперь, что все тела состоят из мельчайших частиц — атомов и молекул, которые находятся в непрерывном *хаотическом движении*. Следовательно, эти частицы обладают *кинетической* энергией.

Кроме того, вы знаете, что частицы, из которых состоят тела, *взаимодействуют* друг с другом: этим объясняется, например, существование жидкостей и твёрдых тел. Следовательно, они обладают *потенциальной* энергией.

Сумму кинетической энергии хаотического движения частиц тела и потенциальной энергии их взаимодействия между собой называют *внутренней энергией* тела.



1. В одной банке находится 1 л холодной воды, а в другой — 1 л горячей воды. В какой банке внутренняя энергия воды больше?
2. В одной банке находится 1 л воды, а в другой — 3 л воды при той же температуре. Равны ли значения внутренней энергии воды в банках? Если нет, то в какой банке внутренняя энергия воды больше и во сколько раз?
3. Одна банка с водой стоит на столе, а другая *такая же* банка стоит на полу. Температура воды в банках одинакова. Равны ли значения внутренней энергии воды в банках? Если нет, то в какой банке внутренняя энергия воды больше?
4. Одна банка с водой стоит на столе, а другая такая же банка стоит в багажнике едущего автомобиля. Температура воды в банках одинакова. Равны ли значения внутренней энергии воды в банках? Если нет, то в какой банке внутренняя энергия воды больше?

2. Способы изменения внутренней энергии

Совершение работы

Поставим опыты

Если потереть энергично ладони, они *нагреваются*. Это означает, что механическая энергия ладоней перешла в их внутреннюю энергию вследствие совершённой вами *работы*.

При накачивании велосипедной камеры (рис. 1.1, *а*) насос нагревается: это означает, что внутренняя энергия воздуха в насосе при *сжатии* увеличивается. И в этом случае увеличение внутренней энергии обусловлено *работой*: вы совершаете её, толкая поршень насоса и сжимая газ.

На рисунке 1.1, *б* показан опыт, иллюстрирующий, что нагревание газа при быстром сжатии может быть настолько большим, что воспламеняется находящаяся в цилиндре под поршнем ватка¹⁾.

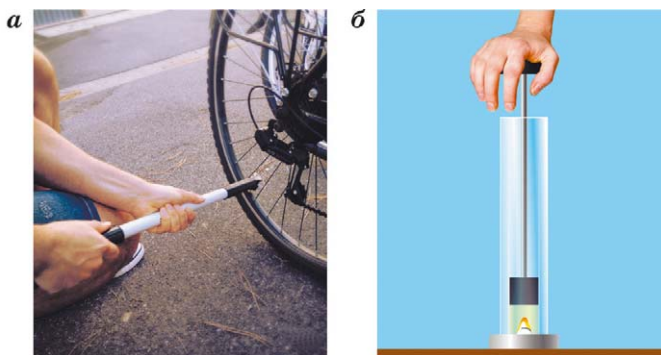


Рис. 1.1

Если работу совершает какое-либо тело, то его внутренняя энергия *уменьшается*. Этим объясняется, в частности, появление облаков: при подъёме воздух вследствие уменьшения давления расширяется, совершая работу, и при этом *охлаждается*. Вследствие этого находящийся в воздухе водяной пар превращается в капельки воды.

Таким образом,

внутреннюю энергию тела можно изменить посредством *совершения работы*.

1) Этот опыт получается лучше, если ватка слегка смочена бензином или спиртом.

Теплопередача. Количество теплоты

Можно ли изменить внутреннюю энергию тела без совершения работы? Можно: например, стоящий на столе стакан горячего чая постепенно остывает — при этом внутренняя энергия чая уменьшается, но работа не совершается.

Изменение внутренней энергии тела без совершения работы называют *теплопередачей*.

Энергию, которую тело получает или отдаёт в процессе теплопередачи, называют *количеством теплоты*.

Количество теплоты обозначают Q . Поскольку количество теплоты характеризует изменение внутренней энергии, единица количества теплоты совпадает с единицей энергии. Поэтому в СИ *единицей количества теплоты является джоуль (Дж)*.

3. Температура

При теплопередаче внутренняя энергия всегда переходит от более нагретого тела к менее нагретому. Степень нагретости тела характеризует его *температура*. Таким образом,

при теплопередаче внутренняя энергия всегда переходит от тела с *большой* температурой к телу с *меньшей* температурой.

Теплопередача между телами продолжается до тех пор, пока их температуры не станут равными. О телах, имеющих одинаковую температуру, говорят, что они находятся в состоянии *теплового равновесия*.

Температуру измеряют *термометрами*¹⁾. На рисунке 1.2 изображены *жидкостные* термометры.

5. На каком свойстве жидкости основано действие жидкостных термометров?
6. Почему для измерения температуры тела необходимо, чтобы термометр некоторое время *соприкасался* с этим телом?

Температуру измеряют в *градусах*. При измерении температуры по широко распространённой *шкале Цельсия* нулю градусов



Рис. 1.2

1) От греческих слов «терме» — жар и «метрео» — измеряю.

соответствует температура таяния льда (обозначают $0\text{ }^{\circ}\text{C}$), а ста градусам — температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Внутренняя энергия тела данной массы может изменяться даже при постоянной температуре, если при этом происходит *изменение состояния вещества*. Например, при таянии льда его температура и температура образовавшейся из него воды остаются равными $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, пока весь лёд не растает, хотя суммарная внутренняя энергия льда и воды при этом *увеличивается*.

4. Виды теплопередачи

Теплопроводность

Обнимите ладонью стакан не слишком горячего чая: ваша рука начнёт нагреваться, а чай будет остывать быстрее. Этот опыт показывает, что

при *контакте* двух тел разной температуры между ними происходит теплопередача. Этот вид теплопередачи называют *теплопроводностью*.

Теплопроводность обусловлена тем, что молекулы более горячего тела, взаимодействуя с молекулами более холодного тела, передают им кинетическую энергию.

Поставим опыт

На рисунке 1.3 изображён опыт, иллюстрирующий теплопередачу посредством теплопроводности внутри одного тела. При нагревании стального и медного стержней прикреплённые к ним воском монеты опадают вследствие нагревания. От медного стержня монеты опадают раньше, чем от стального, — это указывает на то, что теплопроводность меди больше, чем теплопроводность стали.



Рис. 1.3



В некоторых случаях теплопередачу посредством теплопроводности стараются увеличить, а в других — уменьшить.



7. Увеличивают или уменьшают теплопередачу посредством теплопроводности, увеличивая толщину стен дома?
8. Почему шубу называют тёплой, хотя в ней нет источников тепла?
9. Скорее ли нагреется холодная вода в банке, если закутать её в «тёплый» шерстяной платок?

Важной особенностью теплопроводности является то, что

при теплопроводности происходит передача энергии, но не происходит переноса вещества.

Очень мала теплопередача посредством теплопроводности через *газы*, в том числе через *воздух*. Объясняется это тем, что молекулы газов взаимодействуют друг с другом только при сравнительно редких столкновениях.



10. Почему «тёплые» пуховые или шерстяные платки такие лёгкие?
11. С какой целью делают двойные оконные рамы?
12. Почему ручки кастрюль и сковородок делают обычно из дерева или пластмассы?
13. Земледельцы радуются, когда снег выпадает до морозов: они говорят, что снег «согревает» землю. Но разве снег может «греть»?

Конвекция

Подержите руку над горячей батареей отопления — вы почувствуете, что от неё поднимается тёплый воздух, который нагревает вашу руку.

Вид теплопередачи, обусловленный потоками газа или жидкости, называют *конвекцией*¹⁾.



14. Объясните, почему тёплый воздух поднимается вверх.

¹⁾ От латинского «конвекцио» — перенесение.

15. С помощью рисунка 1.4, на котором стрелками показано движение воздуха при включённом отоплении, объясните, почему батареи отопления ставят обычно под окнами. Что обозначает изменение цвета стрелок на рисунке?

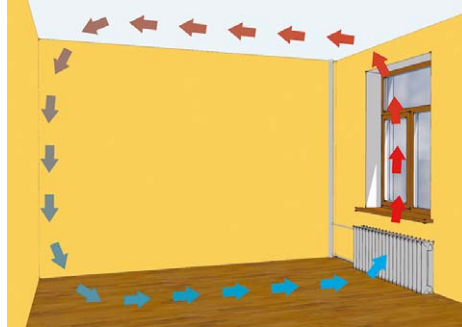


Рис. 1.4

В примерах, рассмотренных выше, конвекция обусловлена тем, что тёплый воздух легче холодного. Такую конвекцию называют *естественной*.

А вот, например, когда после мытья головы сушат волосы феном, поток тёплого воздуха можно направить как угодно, даже вниз, потому что этот поток создаёт встроенный в фен вентилятор. Это — пример *вынужденной конвекции*, при которой потоки газа или жидкости создаются внешними силами.

16. В стакан с холодной водой осторожно налили *сверху* горячую воду. Будет ли в стакане происходить естественная конвекция? Если нет, то что надо сделать, чтобы осуществить вынужденную конвекцию?
17. Как надо подогревать воду в сосуде для того, чтобы в нём происходила естественная конвекция, — сверху или снизу? А как надо охлаждать?

Излучение

Поставим опыт

Осторожно поднесите руку *сбоку* к нижней части чайника, в котором недавно закипела вода. Вы почувствуете исходящее от чайника тепло. Значит, происходит теплопередача от чайника к руке.

18. Происходит ли эта теплопередача посредством теплопроводности?
19. Может ли происходить эта теплопередача посредством конвекции?



Рис. 1.5

Итак, в этом случае мы встретились с новым для нас видом теплопередачи — теплопередачей посредством *излучения*. Оно обусловлено *электромагнитными волнами*, которые мы будем изучать позже.

Теплопередача посредством излучения — *единственный* вид теплопередачи для не соприкасающихся тел в вакууме (пустоте). Источником почти всех видов энергии на Земле является Солнце. Энергия от него передаётся на Землю посредством *излучения*.



20. Каким видом теплопередачи наслаждаетесь вы, греясь на солнышке (рис. 1.5)? Какой ещё вид теплопередачи иллюстрирует приведённая фотография?

Опыты показывают, что тёмные предметы поглощают излучение лучше, чем светлые.



21. Почему летом надевают светлую одежду?

22. Почему самолёты обычно окрашивают светлыми красками?



ХОЧЕШЬ УЗНАТЬ БОЛЬШЕ?

5. Почему утром море спокойное?

Когда вы окажетесь на морском берегу, обратите внимание: *днём* ветер дует обычно *с моря на сушу*. Обусловлено это тем, что вода и суша нагреваются солнцем по-разному.



23. Что нагревается днём больше — вода или почва?

От нагретой солнцем почвы нагревается воздух. Поскольку тёплый воздух легче холодного, он поднимается вверх, а на его

место с моря приходит более холодный воздух. Это движение воздуха и есть тот *ветер с моря*, который освежает нас на берегу в жаркий день. Он называется *дневной бриз* (рис. 1.6, а).

24. Какими видами теплопередачи обусловлен дневной бриз?

25. Объясните с помощью рисунка 1.6, б, чем обусловлен *ночной бриз*.

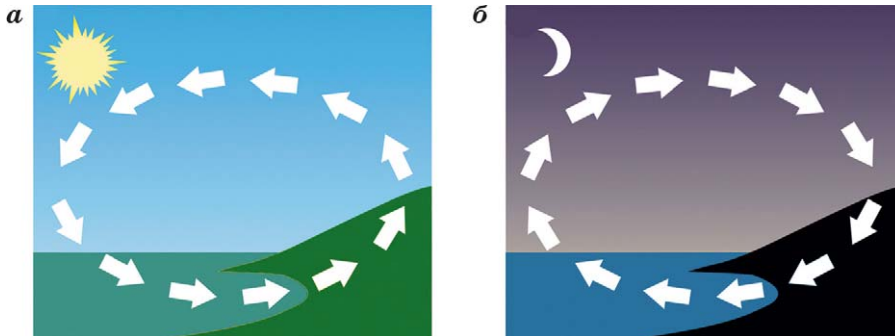


Рис. 1.6

26. Почему утром море наиболее спокойное?

ЧТО МЫ УЗНАЛИ

- *Внутренней энергией* тела называют сумму кинетической энергии хаотического движения и потенциальной энергии взаимодействия между собой частиц, из которых состоит тело.
- Внутреннюю энергию тела можно изменить *двумя* способами: совершив *работу* или посредством *теплопередачи*.
- Энергию, получаемую или отдаваемую телом при теплопередаче, называют *количеством теплоты*.
- При теплопередаче внутренняя энергия всегда переходит от тела с большей температурой к телу с меньшей температурой.
- Температуру измеряют в градусах. При измерении температуры по *шкале Цельсия* за $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ принимают температуру таяния льда, а за $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ — температуру кипения воды при нормальном атмосферном давлении.

- *Теплопроводностью* называют вид теплопередачи, обусловленный передачей энергии от одного тела к другому или от одних частей тела к другим в результате взаимодействия частиц, из которых состоят тела. В процессе теплопроводности не происходит переноса вещества.
- *Конвекцией* называют вид теплопередачи, обусловленный переносом вещества. Конвекция происходит только в жидкостях и газах.
- *Излучением* называют вид теплопередачи, обусловленный электромагнитным излучением.

? ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Базовый уровень

27. Приведите примеры тепловых явлений, происходящих в вашей квартире.
28. Шарик скатывается по наклонному жёлобу и, двигаясь далее по горизонтальному столу, через некоторое время останавливается. Какие превращения энергии происходят при этом?
29. Расскажите о внутренней энергии тела. По каким признакам можно судить о её изменении?
30. Саша налил из чайника две одинаковые чашки горячего чая. Одну чашку он выпил через 5 минут, а другую выпила мама через 15 минут. Одинакова ли была внутренняя энергия чая в чашках сразу же после того, как их наполнили чаем? А одинаковой ли была внутренняя энергия чая, который пили Саша и мама?
31. В пустой стакан положили несколько кубиков льда. Через некоторое время *половина* льда растаяла. Внутренняя энергия чего больше в этот момент: воды или льда?
32. Вазу переставили со стола на полку над столом. Изменилась ли механическая энергия вазы? Изменилась ли её внутренняя энергия? Если изменились, то как: увеличились или уменьшились?

33. Объясните, почему при откачивании воздуха из сосуда внутренняя энергия оставшейся части воздуха в нём уменьшается. Примите, что температура воздуха в сосуде не изменяется.
34. Расскажите о способах изменения внутренней энергии. Приведите примеры, иллюстрирующие ваш ответ.
35. Каковы способы изменения внутренней энергии в следующих случаях:
- а) первобытный человек добывает огонь трением;
 - б) в котелке на костре нагревают воду;
 - в) головка спички при трении о коробок воспламеняется;
 - г) искусственный спутник Земли при вхождении в нижние слои атмосферы нагревается;
 - д) крыша дома нагревается под действием солнечных лучей?
36. На каком физическом явлении основано действие жидкостных термометров?
37. Расскажите о шкале Цельсия.
38. Перечислите виды теплопередачи. Приведите примеры каждого из них.
39. Объясните, почему раньше опадают монеты, расположенные ближе к пламени горелки (рис. 1.7).



Рис. 1.7

40. Почему тёплые платки обычно очень лёгкие?
41. В странах Средней Азии местные жители в сильную жару надевают ватные халаты. Зачем они так поступают?
42. Почему батареи отопления располагают ближе к полу, а форточки — в верхней части окна?

43. Почему пламя свечи устремляется вверх?
44. Через заснеженное поле проходит дорога. Почему грязный снег на обочине дороги весной тает раньше, чем белый снег в поле?

Повышенный уровень

45. Одну колбу с воздухом, соединённую с жидкостным водяным манометром, опустили в сосуд с холодной водой, а другую такую же колбу с воздухом — в сосуд с горячей водой (рис. 1.8). В каком из сосудов (A или B) находится горячая вода? Обоснуйте ваш ответ.

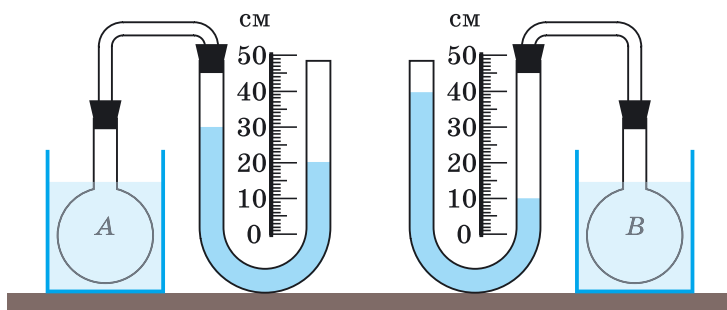
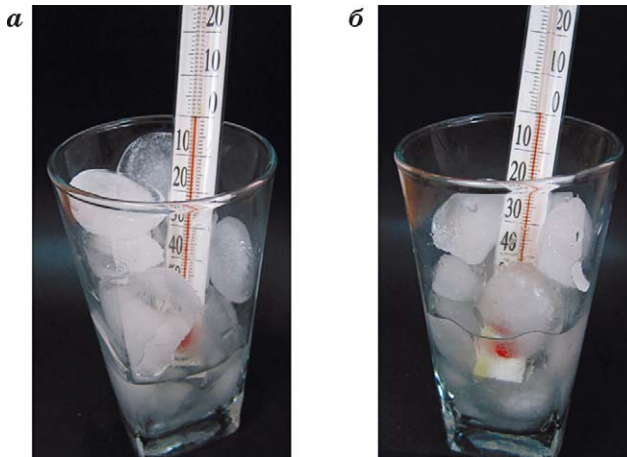


Рис. 1.8

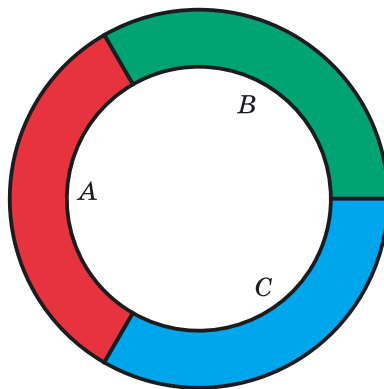
46. Приведите свои примеры изменения внутренней энергии тела вследствие совершения работы:
- а) при трении;
 - б) при ударе;
 - в) при сжатии.
- Опишите превращения энергии, происходящие при этом.
47. Сравните теплопроводность, конвекцию и излучение: что у них общего и чем они различаются?
48. Почему пуховый платок обычно теплее, чем шерстяной?
49. Куда надо поместить лёд, чтобы быстрее остудить компот в кастрюле: на крышку кастрюли или под её дно? Обоснуйте свой ответ.
50. Турист, сидя у костра, кипятит воду в котелке, висящем высоко над огнём. Какой вид теплопередачи наиболее существенен в передаче тепла:
- а) от пламени костра котелку;
 - б) от котелка воде;
 - в) от костра человеку;
 - г) при нагревании воды в котелке?

Высокий уровень

51. Сравните внутреннюю энергию содержимого стаканов, изображённых на рисунках 1.9, а, б, если известно, что масса содержимого стаканов одинакова. Обоснуйте ваш ответ.

**Рис. 1.9**

52. Три тела — A , B и C при разной начальной температуре ($t_A > t_B > t_C$) привели в соприкосновение (рис. 1.10). Может ли внутренняя энергия посредством теплопередачи переходить по кругу: от A к B , от B к C и от C снова к A ? До каких пор будет происходить теплопередача? Обоснуйте свой ответ.

**Рис. 1.10**

53. При нагревании расширяется не только жидкость, содержащаяся в колбе и трубке жидкостного термометра, но и стекло, из которого изготовлены колбочка и трубка. Почему же тогда столбик жидкости увеличивается?
54. Почему кирпичная труба обеспечивает лучшую тягу, чем металлическая, при одинаковой высоте труб?
55. Куда отклонится пламя спички, если поднести её к щели под входной дверью дачного дома:
а) летом;
б) зимой?
Обоснуйте ваш ответ, сделав к нему пояснительные рисунки.
56. Термос представляет собой две колбы, из пространства между которыми откачан воздух. Объясните, с какой целью откачивают воздух. Будет ли термос сохранять холод так же хорошо, как и тепло?
57. Составьте две задачи по теме параграфа. Ответ к первой задаче должен быть «Вверх», а ко второй — «Только в жидкостях и газах».



ДОМАШНЯЯ ЛАБОРАТОРИЯ

58. Поставьте и опишите опыты по изменению внутренней энергии тела посредством совершения работы и посредством теплопередачи.
59. Охладите воду в двух пластиковых бутылках (например, в холодильнике). Затем выньте бутылки, одну из них поставьте на стол, а другую заверните в тёплое одеяло. Проверьте через некоторое время: согрело ли «тёплое» одеяло воду в бутылке? Сделайте вывод из своего опыта.

§2. Удельная теплоёмкость

1. Опыт Джоуля

В первой половине 19-го века английский учёный Дж. Джоуль измерил изменение внутренней энергии воды при нагревании. Повторим этот ставший знаменитым опыт.



Поставим опыт

Возьмём теплоизолированное ведро с перегородками внутри и вращающимися лопастями, которые проходят через эти перегородки с небольшим зазором (рис. 2.1).

Если налить в ведро воду и вращать лопасти, то вращению воды в ведре будут препятствовать перегородки. Однако вследствие трения слоёв воды между собой, а также трения между водой, лопастями и перегородками вода в ведре будет *нагреваться*, то есть её внутренняя энергия будет *увеличиваться*.

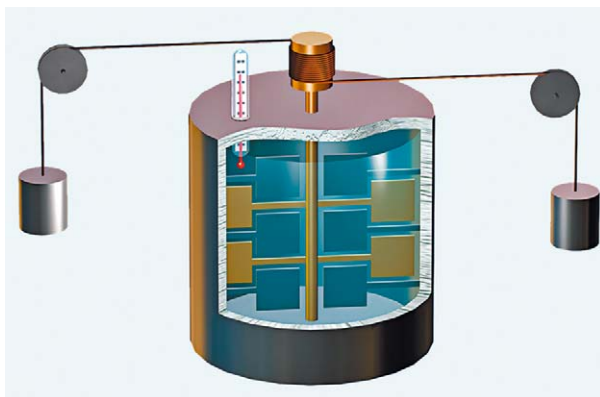


Рис. 2.1

1. Объясните, почему в описанном опыте Джоуля увеличение внутренней энергии воды происходит посредством совершения работы, а не посредством теплопередачи.



Чтобы измерить совершаемую при этом работу, сделаем так, чтобы лопасти вращались под действием веса постепенно опускающихся грузов известной массы. Тогда совершённая работа равна разности начальной и конечной потенциальной энергии грузов.

Измерив перемещения грузов, можно вычислить совершённую работу. А изменение температуры воды можно измерить термометром.

Измерения в опытах, подобных описанному, показали, что для нагревания 1 кг воды на 1°C надо совершить работу, равную 4,2 кДж.

Отсюда следует, что *при нагревании 1 кг воды на 1°C её внутренняя энергия увеличивается на 4,2 кДж.*

Увеличить внутреннюю энергию воды можно также посредством *теплопередачи* — например, подогрев сосуд с водой на огне. При этом согласно закону сохранения энергии воде надо сообщить количество теплоты, численно равное работе, которую надо совершить для *такого же* нагревания воды. Следовательно, чтобы *увеличить температуру 1 кг воды на 1 °С, надо сообщить воде количество теплоты, равное 4,2 кДж.*

2. Удельная теплоёмкость

Опыты показывают, что

количество теплоты Q , которое надо передать телу, чтобы нагреть его от начальной температуры t_n до конечной температуры t_k , прямо пропорционально массе тела m и разности конечной и начальной температур:

$$Q = cm(t_k - t_n).$$

Величину c называют *удельной теплоёмкостью вещества*, из которого состоит данное тело.

Физический смысл удельной теплоёмкости вещества состоит в том, что она численно равна количеству теплоты, которое надо сообщить телу массой 1 кг, состоящему из этого вещества, чтобы повысить температуру тела на 1 °С.



2. Докажите, что *единицей удельной теплоёмкости* является

$$\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}.$$

3. Используя результат описанного выше опыта Джоуля, определите, чему равна *удельная теплоёмкость воды*.

В справочных данных на форзаце учебника (под обложкой) приведены значения удельной теплоёмкости некоторых веществ.

Удельную теплоёмкость различных веществ обычно измеряют, сравнивая её с теплоёмкостью воды. Как это делают, мы расскажем в следующем параграфе.

Повышение температуры воды на один градус трудно почувствовать на ощупь, поэтому изменение внутренней энергии, скажем, одного литра воды при нагревании её на один градус можно считать очень малым. Но давайте найдём его «механический эквивалент».



4. На какую высоту можно поднять взрослого человека массой 70 кг, совершив работу, равную 4,2 кДж?

Этот пример наглядно показывает «масштабы» внутренней энергии: чтобы нагреть 1 л воды всего на 1°C , надо затратить столько же энергии, сколько для подъёма взрослого человека на третий этаж!

5. На какой этаж можно было бы поднять слона массой 4,5 т, совершив работу, численно равную количеству теплоты, которое надо сообщить 2 л воды, взятой при 20°C , чтобы нагреть её до кипения? Считайте, что первый этаж находится на уровне земли, а высота одного этажа равна 3 м.

Научимся пользоваться справочными данными при решении простых задач.

6. Используя справочные данные, найдите количество теплоты, которое надо сообщить медному кубу массой 1 кг, чтобы нагреть его на 1°C .
7. Имеются свинцовый и медный бруски одинаковой массы. Какому из них надо передать большее количество теплоты для нагревания на 1°C ? Во сколько раз большее?

Если тело в процессе теплопередачи *охлаждается*, то его конечная температура $t_{\text{к}}$ ниже начальной $t_{\text{н}}$. При этом тело *отдаёт* количество теплоты $Q = cm(t_{\text{н}} - t_{\text{к}})$.

8. Алюминиевый брусок массой 2 кг, нагретый до 300°C , остывает до 20°C . Чему равно отданное бруском количество теплоты?

Ставим и решаем задачи

В формулу $Q = cm(t_{\text{к}} - t_{\text{н}})$ входят *пять* физических величин. Используя эту формулу, можно найти *любую* из входящих в неё величин, если известны все остальные. Это позволяет ставить и решать много различных задач.

9. Выразите удельную теплоёмкость через другие величины, входящие в написанную выше формулу для количества теплоты.
10. Чтобы нагреть металлическое кольцо массой 5 г на 30°C , надо передать ему количество теплоты, равное 19,5 Дж. Из какого металла может быть изготовлено это кольцо?
11. Выразите массу тела через другие величины, входящие в формулу для количества теплоты.
12. Выразите *изменение* температуры тела $t_{\text{к}} - t_{\text{н}}$ через другие величины, входящие в формулу для количества теплоты.

13. Насколько нагреется медный цилиндр массой 200 г, если ему передать количество теплоты, равное 780 Дж?
14. Выразите конечную температуру тела t_k через другие величины, входящие в формулу для количества теплоты.
15. До какой температуры нагреются 3 л воды, взятой при температуре 10 °С, если передать ей количество теплоты, равное 252 кДж?
16. Выразите начальную температуру тела t_n через другие величины, входящие в формулу для количества теплоты.
17. После того как ледяному бруску массой 2 кг передали количество теплоты, равное 21 кДж, его температура стала равной –10 °С. Какой была начальная температура бруска?
18. На какую высоту можно поднять груз массой 100 кг, совершив работу, численно равную количеству теплоты, которое отдают 200 г кипятка при охлаждении до 20 °С?



ХОЧЕШЬ УЗНАТЬ БОЛЬШЕ?

3. Почему морской климат мягкий?

Из курса географии вы знаете, что морской климат *мягкий*, — это означает, что вблизи моря нет резких перепадов температуры ни в течение суток, ни в течение года.

Эта особенность морского климата обусловлена *большой теплоёмкостью воды*. Колоссальная масса морской воды не успевает днём (а также летом) сильно нагреться, а ночью (и также зимой) — сильно охладиться.

Поэтому летом море «впитывает» излишек тепла, не слишком сильно нагреваясь, благодаря чему от моря даже летом «веет прохладой». Но зато зимой море отдаёт накопленное за лето тепло.

А в местностях, удалённых от ближайшего моря на тысячи километров, климат *континентальный*. Он характеризуется большими перепадами температуры — как между зимой и летом, так и между днём и ночью. Таков климат, например, в пустынях, где летом днём очень жарко, а ночи холодные, а также в Сибири, где зимой очень холодно, а летом может быть очень жарко. Может быть, эта постоянная закалка и дарит сибирякам знаменитое «сибирское здоровье»?