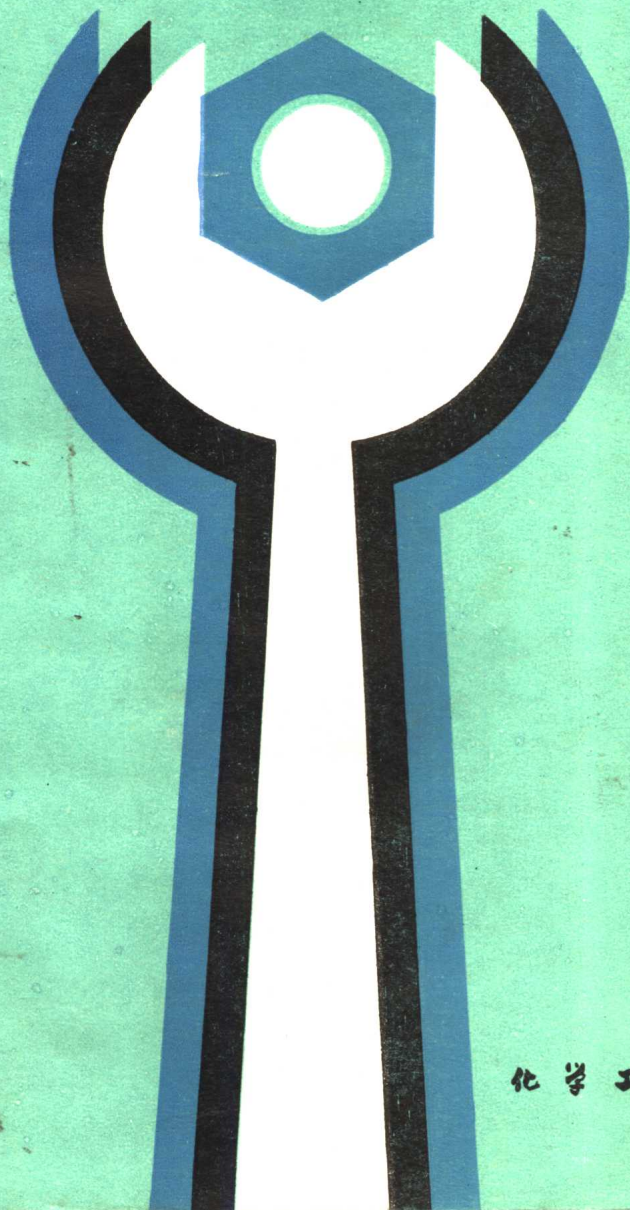


中专和技工学校参考用书

实用物理

〔美〕P.E.蒂皮森



化学工业出版社

7

中专和技工学校参考用书

实 用 物 理

[美]P.E 蒂皮森

罗宇光 白玉崙 孙本良 等译

化学工业出版社

665096

内 容 提 要

本书是职业中学学生的一本很好的参考书，内容广泛、图文并茂、通俗易懂。以职业中学学生易理解的方式，联系实际应用讲清工作中所需的概念、定律、公式，通过大量例题反复加深理解使其打下良好的物理基础。全书共二十二章，包括了各种职业所需知道的物理基本知识，以力学、热学、电学为重点，介绍了光、声、和核能，可以按不同对象对某些章节进行选择阅读。

本书的编写形式：在每章的开头阐述学完本章应能掌握哪些内容，并用一小段引言讨论工业的实际应用和学习本章的理由，使你对这章内容有概括的了解，每章的结尾给出了概念提要和公式，同时还精选了一些对工业应用和对教学有价值的思考题和习题。

本书的第一章至第十三章由白玉崙翻译；第十四、十五、十六、十九、二十章由罗宇光翻译；第十七、十八章由罗忻翻译；第二十一、二十二章由孙本良翻译；全书由罗宇光审校。

本书除可作中专、技工和职业学校的教学用书外，尚可供一般中学和初中以上水平读者学习参考。

Paul E. Tippens

Basic technical Physics

McGraw-Hill 1983

中专和技工学校参考用书

实 用 物 理

罗宇光 白玉崙 孙本良 等译

责任编辑：谢丰毅

封面设计：许 立

*

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本850×1168¹/₃₂印张16字数454千字

1988年12月第1版 1988年12月北京第1次印刷

印 数 1-1,530

ISBN 7-5025-0182-7/TQ·144

定 价 5.80 元

前 言

假如你想从一张地方报纸上找到一条广告，向你介绍无需技能的职业，那是极其困难的。此外，这些工作不仅工资都很低，而且常常是临时性的或半日工作的。在以往的许多工作中，曾经很容易学会的工艺、操作和技能，现在也需要技术教育和职业训练了。现代计算机、集成电路及工业自动化淘汰了一些工作，与此同时，也创立了一些更富有技术性的工作。

使学生们理解职业训练中所需的科学基础是很重要的。调查表明，当今的技术人员需多次调换工作，如果打下了简单物理原理的基础，就能学会应用超出其工作领域的技术。并能在现行领域中加以调整，这本教科书能引导所有初学者入门。

编写这本《实用物理》的主要目的，是要把当前工作中所需的难懂概念，以职业学生容易理解的方式，写成一本应用物理教科书。由于许多学生缺乏牢固的数学基础，因此，对数学的唯一要求是掌握、理解简单公式所需的代数，以便使学生能借助于计算器进行算术运算。复习科学记数法，目的是使学生能变换记数方法并实现简单的单位换算。

有几节课文论述了简单直角三角形角度的相互关系，这些章节可以选学甚至可以删去不学，本书中可选学的章节和其它较难懂的教材，采用了(*)号加以区分。虽然电子计算器能很方便地运算正弦函数、余弦函数和正切函数，但这些章节的内容，对某些学生来说，还是值得很好学习的。

“实用物理学”是一门学时为一学期的基础物理课程，它包括了各种职业所需要的内容，其中力学、热学和电学是本书的重点。书中还介绍了光、声和核能的测量单位，由于某些学生的特殊要求，许多章节可以删去不学或调换讲课次序，不会影响教学效果。

所有学物理的学生，在学习每章前都会提出两个问题，为什么要学这一章？在这章中应学会哪些内容？本书在每章的开头，阐述了本章的目的，并用一小段引言讨论工业应用和学习本章的理由，言简意赅，使你对这章内容有概括的了解，每章结尾给出了概念提要 and 公式，同时还精选了一些对工业应用和对教学有价值的思考题和习题。本书用400多幅插图以简明的方式，阐明了课本上比较难懂的概念。物理学对理解当今的技术是很重要的，希望这本教科书，能很好地引导学生们入门。

E. 保罗

目 录

| | |
|-----------------------|----|
| 前言 | 1 |
| 第一章 基础数学 | 1 |
| 1-1 正数和负数 | 2 |
| 1-2 代数复习 | 6 |
| *1-3 指数和根式 | 10 |
| 1-4 科学记数法 | 13 |
| 1-5 图象法 | 16 |
| 1-6 几何学 | 19 |
| 第二章 工程测量 | 28 |
| 2-1 物理量 | 29 |
| 2-2 国际单位制 | 30 |
| 2-3 美国通用单位 | 33 |
| 2-4 长度的量度 | 33 |
| 2-5 量具 | 36 |
| 2-6 单位换算 | 38 |
| 2-7 面积的量度 | 41 |
| 2-8 体积的量度 | 46 |
| 2-9 质量和重量 | 49 |
| 2-10 单位运算 | 51 |
| 第三章 力和矢量 | 56 |
| 3-1 矢量和标量 | 56 |
| 3-2 用图解法求矢量和 | 59 |
| 3-3 力和矢量 | 62 |
| 3-4 力的合成 | 64 |
| *3-5 三角学 | 67 |
| *3-6 三角学和矢量 | 75 |
| *3-7 矢量相加的分量法 | 78 |

| | |
|--------------------------|-----|
| 第四章 平衡和摩擦 | 88 |
| 4-1 牛顿第一定律 | 88 |
| 4-2 牛顿第三定律 | 89 |
| 4-3 自由体受力图 | 90 |
| 4-4 平衡的第一条件 | 91 |
| 4-5 平衡问题的图解法 | 93 |
| *4-6 用三角学解平衡问题 | 95 |
| 4-7 平衡和矢量分量 | 96 |
| 4-8 摩擦力 | 97 |
| *4-9 静止的极限角 | 103 |
| 4-10 滚动摩擦 | 104 |
| 第五章 力矩和转动平衡 | 112 |
| 5-1 平衡条件 | 112 |
| 5-2 力臂 | 114 |
| 5-3 力矩 | 114 |
| 5-4 合力矩 | 117 |
| 5-5 平衡 | 118 |
| 5-6 重心 | 121 |
| 第六章 匀加速运动 | 130 |
| 6-1 速率和速度 | 130 |
| 6-2 加速运动 | 132 |
| 6-3 匀加速运动 | 133 |
| 6-4 其它一些有用的关系式 | 135 |
| 6-5 解加速度问题 | 137 |
| 6-6 重力和自由落体运动 | 139 |
| 第七章 力和加速度 | 149 |
| 7-1 牛顿第二运动定律 | 149 |
| 7-2 重量和质量间的关系 | 153 |
| 7-3 对单一物体牛顿第二定律的应用 | 155 |
| 7-4 解题方法 | 157 |
| 第八章 功、能和功率 | 167 |
| 8-1 功 | 167 |
| 8-2 合成功 | 169 |

| | | |
|-------------|--------------------|------------|
| 8-3 | 能 | 171 |
| 8-4 | 功和动能 | 171 |
| 8-5 | 势能 | 174 |
| 8-6 | 能量守恒 | 176 |
| 8-7 | 功率 | 180 |
| 第九章 | 旋转运动 | 189 |
| 9-1 | 圆周运动 | 189 |
| 9-2 | 向心加速度 | 189 |
| 9-3 | 向心力 | 192 |
| 9-4 | 摩擦力和向心力 | 194 |
| *9-5 | 弯道的斜度 | 195 |
| 9-6 | 刚体的旋转和角位移 | 197 |
| 9-7 | 角速度 | 199 |
| 9-8 | 角加速度 | 200 |
| 9-9 | 角向运动与直线运动的关系 | 202 |
| 9-10 | 转动功和转动功率 | 203 |
| 第十章 | 简单机械 | 211 |
| 10-1 | 简单机械和效率 | 211 |
| 10-2 | 机械利益 | 213 |
| 10-3 | 杠杆 | 215 |
| 10-4 | 杠杆原理的应用 | 216 |
| 10-5 | 力矩的传递 | 219 |
| 10-6 | 斜面 | 223 |
| 10-7 | 斜面的应用 | 226 |
| 第十一章 | 固体的特性 | 234 |
| 11-1 | 固体的弹性 | 234 |
| 11-2 | 杨氏弹性模量 | 237 |
| 11-3 | 切变弹性模量 | 240 |
| 11-4 | 金属的其它物理特性 | 242 |
| 第十二章 | 流体力学 | 247 |
| 12-1 | 流体 | 247 |
| 12-2 | 密度 | 248 |
| 12-3 | 压强 | 250 |

| | | |
|-------------|-----------------|------------|
| 12-4 | 流体的压强 | 251 |
| 12-5 | 压强的测量 | 255 |
| 12-6 | 液压机 | 257 |
| 12-7 | 阿基米德定律 | 259 |
| 12-8 | 流动的流体 | 262 |
| 12-9 | 压强和速度 | 265 |
| 第十三章 | 温度和膨胀 | 272 |
| 13-1 | 温度和热能 | 272 |
| 13-2 | 温度的测量 | 274 |
| 13-3 | 绝对温标 | 277 |
| 13-4 | 线膨胀 | 280 |
| 13-5 | 面膨胀 | 283 |
| 13-6 | 体膨胀 | 288 |
| 第十四章 | 热量和热传递 | 291 |
| 14-1 | 热量 | 291 |
| 14-2 | 比热容 | 293 |
| 14-3 | 量热器 | 295 |
| 14-4 | 相变(状态变化) | 297 |
| 14-5 | 燃烧热 | 300 |
| 14-6 | 热传递 | 301 |
| 第十五章 | 气体定律和热力学 | 309 |
| 15-1 | 玻意耳定律 | 309 |
| 15-2 | 盖·吕萨克定律 | 311 |
| 15-3 | 查理定律 | 312 |
| 15-4 | 普适气体定律 | 313 |
| 15-5 | 热和功 | 314 |
| 15-6 | 热力学第一定律 | 314 |
| 15-7 | 热力学第二定律 | 315 |
| 15-8 | 理想热机的效率 | 318 |
| 15-9 | 内燃机 | 319 |
| 15-10 | 制冷 | 321 |
| 第十六章 | 静电学 | 328 |
| 16-1 | 电荷 | 328 |

| | | |
|-------------|------------------------|------------|
| 16-2 | 电子 | 331 |
| 16-3 | 绝缘体和导体 | 331 |
| 16-4 | 接触或感应起电 | 333 |
| 16-5 | 库仑定律 | 335 |
| 16-6 | 电场 | 338 |
| 16-7 | 电位能 | 340 |
| 16-8 | 电位差 | 342 |
| 16-9 | 电容器和电容 | 344 |
| 第十七章 | 直流电 | 353 |
| 17-1 | 电荷的运动 | 353 |
| 17-2 | 电流的方向 | 356 |
| 17-3 | 电动势 | 357 |
| 17-4 | 欧姆定律和电阻 | 359 |
| 17-5 | 电功率和热损失 | 361 |
| 17-6 | 影响电阻的各种因素 | 362 |
| 17-7 | 简单电路, 电阻的串联 | 363 |
| 17-8 | 并联电路 | 365 |
| 17-9 | 电动势和路端电压 | 368 |
| 17-10 | 测量内阻 | 370 |
| 17-11 | 反向电流通过有电动势的电源 | 371 |
| 第十八章 | 磁和电气装置 | 379 |
| 18-1 | 磁 | 379 |
| 18-2 | 磁场 | 381 |
| 18-3 | 现代的磁学理论 | 382 |
| 18-4 | 磁场和电流 | 384 |
| 18-5 | 电流计 | 387 |
| 18-6 | 直流伏特计 | 387 |
| 18-7 | 直流安培计 | 389 |
| 18-8 | 直流电动机 | 391 |
| 第十九章 | 感应电流和交流电流 | 397 |
| 19-1 | 感应电流 | 398 |
| 19-2 | 交流发电机 | 401 |
| 19-3 | 直流发电机 | 404 |

| | | |
|--------------|--------------------|------------|
| 19-4 | 电动机的反电动势 | 404 |
| 19-5 | 电动机的类型 | 406 |
| 19-6 | 变压器 | 408 |
| 19-7 | 交流电流和电压 | 410 |
| 19-8 | 电感器和感抗 | 411 |
| 19-9 | 电容器和容抗 | 413 |
| 19-10 | 交流电路中的相位关系 | 413 |
| 19-11 | 串联交流电路 | 415 |
| 19-12 | 谐振 | 418 |
| *19-13 | 功率因数 | 419 |
| 第二十章 | 波动和声音 | 427 |
| 20-1 | 机械波 | 427 |
| 20-2 | 波的类型 | 428 |
| 20-3 | 波速的计算 | 430 |
| 20-4 | 周期波的运动 | 431 |
| 20-5 | 声音 | 433 |
| 20-6 | 音速 | 436 |
| 20-7 | 受迫振动和共振 | 436 |
| 20-8 | 可闻声波 | 437 |
| 20-9 | 音调和音品 | 440 |
| 20-10 | 波的干涉及差拍 | 441 |
| 第二十一章 | 光 | 447 |
| 21-1 | 光的本性 | 447 |
| 21-2 | 电磁波谱 | 449 |
| 21-3 | 光的量子理论 | 451 |
| 21-4 | 光线和阴影 | 453 |
| 21-5 | 光通量 | 454 |
| 21-6 | 发光强度 | 456 |
| 21-7 | 照度 | 458 |
| 21-8 | 光的反射 | 460 |
| 21-9 | 光的折射 | 461 |
| 第二十二章 | 核物理 | 469 |
| 22-1 | 原子核 | 470 |

| | | |
|----------------------------|---------------|------------|
| 22-2 | 元素 | 472 |
| 22-3 | 原子的质量和能量..... | 474 |
| 22-4 | 质量亏损与结合能..... | 479 |
| 22-5 | 放射性作用 | 482 |
| 22-6 | 放射性衰变 | 484 |
| 22-7 | 半衰期 | 486 |
| 22-8 | 核反应 | 489 |
| 22-9 | 核裂变 | 489 |
| 22-10 | 核反应堆 | 491 |
| 22-11 | 核聚变 | 493 |
| 附录 | | |
| 练习答案 (一、二、三章) | | 499 |

第一章 基础数学

学完本章，可掌握如下内容：

1. 正、负数的加、减、乘、除。
2. 解公式中任何符号的简单方程，并用代入法求值。
- *3. 用指数和根式运算法则进行运算。
4. 用科学记数法表示十进制数，并用它进行一般的数学运算。
5. 由给定的数据作出图象，并由图象查出所求的数据。
6. 在给定条件下用几何的基本定理，求解指定的未知角。

学生须知：当你打开一本物理书看到一开头就是数学式时，往往会灰心丧气，当然，你只想学一些在你看来肯定有用的东西，你想进行测量、想开动机器或发动机、想使自己熟悉某种技能或至少想知道学这一章会不会浪费你的时间，根据自己的水平可听取教师的意见，删去这章的大部分或全部内容。但要记住，基础是很重要的。一些数学上的技巧是必不可少的，你或许能深刻理解力、质量、能及电的概念，但你可能因数学基础薄弱而不可能把这些概念运用到你的工作中去，所以数学是物理学的基本语言。

在一切工业和技术领域中，都会涉及到某些物理量的测量，如一块板的长度；一张金属板的面积；螺栓的标称尺寸；飞机机翼上的应力及油箱中的压强等等。要表示出这些数据意义的唯一方法是使用数字和符号。数学是组织数据和判断结果的必要手段。例如公式 $F=ma$ 表达了外力和外力所产生的加速度 a 之间的关系。符号 m 表示物体的质量（物体所含物质的多少）。经过适当的数学运算，由这类公式就可看出结果。然而，在多数情况下，只需要一般的代数、几何知识。本章复习了数学中的几个基本概念，标有星号（*）的标题和章节是比较难懂的，可酌情加以删除。

1-1 正数和负数

在工作中，常常需要使用正数和负数。例如， -10°C 的温度表示在零度参考点以下10度（即零下10度）。 24°C 指的是温度在零度参考点以上24度（参看图1-1）。这些数字是指温度的高低，而正、负号指的是相对于零度的方向。在 -10°C 中的负号，不是表示负温度而是表示温度低于零度。在 -10°C 中，数字10仅表示偏离零度的远近程度，为表示出相对于零的方向，必须在数字前面加上负号。

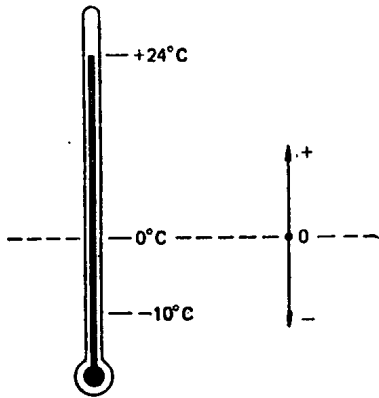


图 1-1 就温度计而论，正、负号通常用来表示以零为参考点的方向。

如果我们不考虑 $+7$ 和 -7 的符号，则它们的值是相同的。每个数都离开零点7个单位。绝对值用符号 $|$ 来表示。 $+7 \neq -7$ ，但 $|+7| = |-7|$ 。在进行算术运算时，使用有正负号的数，也经常使用绝对值。

正、负号还常用来表示算术运算的符号，例如：

$7 + 5$ 表示“ $+7$ 加上 $+5$ ”

$7 - 5$ 表示“ $+7$ 减去 $+5$ ”

如果我们想要表示负数的加、减，可采用加括号的方法。如：

$(+7) + (-5)$ 表示“ $+7$ 加上 -5 ”

$(+7) - (-5)$ 表示“ $+7$ 减去 -5 ”

在有正、负号的数进行相加时，复习下面的运算法则，会有很大帮助。

加法法则

两数相加，其和，同号的取原来的符号，并把绝对值相加；异号的取绝对值较大的加数的符号，并用较大的绝对值减去较小的绝对值。我们来看下面的例子：

$$(+6) + (+2) = +(6+2) = +8$$

$$(-6) + (-2) = -(6+2) = -8$$

$$(+6) + (-2) = +(6-2) = +4$$

$$(-6) + (+2) = -(6-2) = -4$$

每当从一个数中减去另一个数时，我们总是改变第二个数的符号，然后用加法法则再与第一个数相加。在 $7-5$ 这个式子中，表示 $+7$ 减去 $+5$ ，减是为了达到把 $+5$ 变成 -5 的目的。然后把两个符号相反的数进行相加，即 $(+7) + (-5) = +2$ 。

减法法则：

数 a 减去数 b ，用加法法则，将数 a 加上数 b 的相反数。

我们来看下面的例子：

$$(+8) - (+5) = 8 - 5 = 3$$

$$(+8) - (-5) = 8 + 5 = 13$$

$$(-8) - (+5) = -8 - 5 = -13$$

$$(-8) - (-5) = -8 + 5 = -3$$

例 1-1 当物体向上运动时假定速度为正，向下运动时速度为负。如果一个球以60英尺/秒的速度落在地板上，并以50英尺/秒的速度向上弹回，问球的速度变化是多少？

解 由于球先是向下运动，所以它的初速度是 -60 英尺/秒，然后向上运动，其速度是 $+50$ 英尺/秒，用末速度减去初速度，我们就可求出其速度变化，可写成

速度变化 = 末速度 - 初速度

$$= (+50\text{ft/s}) - (-60\text{ft/s})$$

$$= 50\text{ft/s} + 60\text{ft/s} = 110\text{ft/s}$$

如果我们不注意正负号的概念，就会得出速度变化仅为10英尺/秒 $(60-50)$ 。然而，若仔细考虑一下，马上就会意识到，对这样的题目，首先一定要考虑速度相对于零减少了多少 (60英尺/秒的变化) ，然后，以相反的方向达到50英尺/秒的速度（应再加上50英尺/秒的变化）。

当两个或更多个数相乘时，每个数叫做因数，因数相乘的结果叫

做积。下面，我们可以对正负数使用乘法法则。

乘法法则：

两个同号因数相乘，其积为正。两个异号因数相乘，其积为负。

例如：

$$(+2)(+3) = +6 \quad (-3)(-4) = +12$$

$$(-2)(+3) = -6 \quad (-3)(+4) = -12$$

乘法法则的推广通常是用于求若干个因数相乘的积，它不是把一系列因数两两相乘。我们也许还记得：

如果全部因数都是正的或负因数有偶数个时，其积为正。若负因数有奇数个时，其积为负。

我们来看下面的例子：

$$(-2)(+2)(-3) = +12 \quad (2 \text{ 个负因数——偶数个})$$

$$(-2)(+4)(-3)(-2) = -48 \quad (3 \text{ 个负因数——奇数个})$$

$$(-3)^3 = (-3)(-3)(-3) = -27 \quad (3 \text{ 个负因数——奇数个})$$

注意：在最后一个例子中，上标 3 是用来表示因数 -3 相乘的次数，按这种写法的数叫做指数。

两个数相除，被除的那个数叫做被除数。等分被除数的数叫做除数。除的结果叫做商。正负数的除法法则是：

除法法则：

两个同号数相除，其商为正。两个异号数相除，其商为负。

例如：

$$(+2) \div (+2) = +1 \quad (-4) \div (-2) = +2$$

$$\frac{+4}{-2} = -2$$

$$\frac{-4}{+2} = -2$$

如果分数的分子或分母能被两个或更多个因数整除，下面的法则也是很有用的：

当负因数总的个数是奇数时，则商是负的。反之，商是正的。

例如：

$$\frac{(-4)(3)}{2} = -6 \quad (\text{奇数个})$$

$$\frac{(-2)(-2)(-3)}{(2)(-3)} = +2 \quad (\text{偶数个})$$

在这一节中，所有运算法则的应用都应该练习一下，如果没经过全面认真的考验，也会搞错你认为理解了的概念。在解物理题目时，主要错误的根源是没弄清正负数。

练习 1-1

用运算法则计算1-26各式的值。(书后有练习答案)

1. $(+2) + (+5)$

6. $(-15) - (+18)$

2. $(-2) + (+6)$

7. $(-4) - (+3) - (-2)$

3. $(-4) - (-6)$

8. $(-6) + (-7) - (+4)$

4. $(+6) - (+8)$

9. $(-2)(-3)$

5. $(-3) - (+7)$

10. $(-16)(+2)$

11. $(-6)(-3)(-2)$

19. $\frac{(-4)}{(-2)}$

12. $(-6)(+2)(-2)$

20. $\frac{+16}{-4}$

13. $(-3)(-4)(-2)(2)$

21. $\frac{(-2)(-3)(-1)}{(-2)(-1)}$

14. $(-6)(2)(3)(-4)$

22. $\frac{(-6)(+4)}{(-2)}$

15. $(-6) \div (-3)$

23. $\frac{(-16)(4)}{2(-4)}$

16. $(-14) \div (+7)$

24. $\frac{(-1)(-2)^2(12)}{(6)(2)}$

17. $(+16) \div (-4)$

25. $(-2)(+4) - \frac{(-6)}{(+2)} - (-5)$

18. $(+18) \div (-6)$

26. $(-2)(-2)^2 + \frac{(-3)(-2)(-8)}{(-4)(1)} - (-6)^2$