# 第七单元 分子 气体定律 内能

# 一、概述

本单元基础型课程的内容由分子和阿伏伽德罗常数、气体的状态参量、玻意耳定律和查理定律、内能和能量守恒定律等组成。本单元的内容是热学的重要组成部分，分子动理论是热学规律的基础；能量守恒定律是自然界最普遍的规律，贯串于整个物理学。这两部分知识是在初中学习的基础上加以深化和提高。

在本单元学习中，要经历“用单分子油膜估测分子的大小”的实验研究，体验建立物理模型在间接测量中的重要作用。要观察分析“伽耳顿板”等实验，感受统计学的研究方法。要经历模拟压强等实验，从宏观和微观的角度全面认识气体的体积、温度和压强三个状态参量。要运用控制变量与归纳的方法，研究气体实验定律。要了解能量转化的方向性以及能的转化和守恒定律，体会能源在可持续发展战略中的地位，树立节约能源的观念和环境保护意识。

本单元基础型课程需17课时。

# 二、学习内容与要求

## （一）内容与水平

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 基础型 | 拓展型 | 学习水平 |
| 7.1.1 | 分子 阿伏伽德罗常数 |  | A |
| 7.1.2 | 用单分子油膜估测分子的大小（学生实验） |  | B |
| 7.1.3 | 分子速率的统计分布规律 |  | A |
| 7.1.4 | 气体的状态参量 |  | B |
| 7.1.5 | 用DIS研究研究在温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系（学生实验） |  | B |
| 7.1.6 | 玻意耳定律 |  | B |
| 7.1.7 | 查理定律 |  | B |
| 7.1.8 | 热力学温标 |  | A |
| 7.1.9 | 理想气体？ |  | A |
| 7.1.10 | 分子的动能 分子的势能 内能 |  | A |
| 7.1.11 | 能的转化和能量守恒定律 |  | B |
| 7.1.12 | 能量转化的方向性 |  | A |

## （二）导图：

分子

气体定律

内能

分子动理论

内能 能量守恒定律

气体

分子之间存在相互作用力

分子永不停息的热运动

布朗运动

分子速率的统计规律分布

物质是由大量分子组成的

阿伏伽德罗常数：

*N*A＝6.02×1023 mol-1

用单分子油膜法估测分子大小

分子直径数量级10-10 m

物体的内能

能的转化与守恒定律

能量转化及其方向性

能源的开发和利用

分子动能

分子势能

内能改变

做功

热传递

状态参量

实验定律

玻意耳定律

*p*1*V*1＝*p*2*V*2

查理定律

＝

压强*p*

体积*V*

温度*t*

热力学温标*T*

DIS探究*m*一定的气体*p*、*V*的关系

微观解释

## （三）要求

7.1.1 知道分子，知道阿伏伽德罗常数。①知道物质是由大量分子组成的；②知道分子大小的数量级；③知道阿伏伽德罗常数；④知道布朗运动及其产生原因；⑤知道分子动理论的主要内容。

7.1.2 学会“用单分子油膜估测分子的大小”的实验。①知道实验原理；②知道建立物理模型在间接测量方法中的作用；③会操作形成单层分子油膜；④会估测单层分子的油膜的面积；⑤能用实验数据计算分子直径。

7.1.3 知道分子速率的统计分布规律。①知道分子速率的统计分布规律；②知道分子速率统计规律是针对大量分子统计的结果；③能通过观察“伽耳顿板”实验，感受模拟实验在物理研究的作用。

7.1.4 理解气体的状态参量。①知道描述气体状态的三个参量；②知道气体压强、体积和温度的微观解释；③能计算水银柱产生的压强；④能计算活塞对封闭气体产生的压强。

7.1.5 学会“用DIS研究在温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系”的实验。①知道实验目的和器材；②会操作使封闭气体进行等温变化；③会测量并记录封闭气体的压强和体积；④能根据实验数据得到*p*-*V*图像、*p*-1*/V*图像；⑤认识把实验数据的*p*-*V*图像转换为*p*-1*/V*图像的处理方法；⑥能得出实验结论。

7.1.6 理解玻意耳定律。①知道玻意耳定律的内容及其满足条件；②理解气体等温过程的*p*-*V*图像的物理意义；③能用玻意耳定律进行简单分析和相关计算。

7.1.7 理解查理定律。①知道查理定律的内容及其满足条件；②理解气体*p*-*T*图像的物理意义；③能用查理定律进行简单分析和相关计算。

7.1.8 知道热力学温标。①知道热力学温标的单位；②知道绝对零度的物理意义；③知道热力学温标与摄氏温标的关系。

7.1.9 理想气体。？①知道理想气体模型；②知道将实际气体抽象成理想气体的条件。

7.1.10 知道分子的动能、分子的势能，知道物体的内能。①知道分子动能的概念；②知道分子平均动能的概念；③知道温度是分子平均动能大小的标志；④知道分子势能的概念；⑤知道分子的势能与物体的状态和体积有关；⑥知道物体内能的概念；⑦知道做功和热传递是改变物体内能的两种方式。

7.1.11 理解能的转化和能量守恒定律。①知道自然界存在多种形式的能；②知道不同形式的运动对应不同形式的能；③知道功是能量转化的量度；④能结合实际情景说明机械能、内能、光能、核能、化学能、生物能等不同能量之间的转化；⑤理解能的转化和能量守恒定律的内容和意义。

7.1.12 知道能量转化的方向性。①知道能量转化和转移具有一定的方向性；②知道能源的概念；③知道常规能源与新能源；④知道新能源的开发和利用。

说明：

（1）关于“玻意耳定律”和“查理定律”的应用，只涉及质量不变的单一气体。

（2）关于“能的转化和守恒定律”，只要求定性讨论各种能量之间的转化和守恒，不要求应用能量守恒定律进行计算，但定性讨论的面可以广一些，如机械能、内能、光能、核能、化学能、生物能等，还可结合新能源，如风能、水能、太阳能、潮汐能等的开发和利用。

# 三、学习指引（基础型）

## （一）实验指要

学生实验：“用单分子油膜估测分子的大小”

1．主要器材：油酸、酒精、滴管、痱子粉、量筒、刻度尺、蒸发皿等。

2．实验要点：

（1）分子是极小的微观粒子，其大小不可能用量具直接测得，用油膜法是通过建立物理模型进行间接测量的一种方法。设油酸分子为球形，且紧密排列，然后要让油酸能在水面上尽可能散开，形成单分子油膜，这样其厚度可视为分子的直径。

（2）实验中，用稀释的油酸酒精溶液滴入水中，当溶液中的酒精遇水会溶解在水中，而油酸不溶于水，油酸就会在水面上尽可能散开，形成单分子油膜。

（3）本实验是测量并计算一滴油酸溶液中所含油酸的体积、和其在水面上形成单分子油膜的面积，从而估算油酸分子直径的。

学生实验：“用DIS研究在温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系”

1．主要器材：注射器、DIS（压强传感器、数据采集器、计算机等）

2．实验要点：

（1）本实验应用物理实验中常用的控制变量法探究在气体质量和温度不变的情况下，气体的压强和体积的关系。

（2）为保持等温变化，实验过程中不要用手握住注射器有气体的部位。同时，改变体积过程应缓慢，以免影响密闭气体的温度。为保证气体密闭，注射器内外气体的压强差不宜过大。

（3）在等温过程中，气体的压强和体积的关系在*p-V* 图象中呈现为双曲线。处理实验数据时，要通过变换，即画*p*-1/*V*图象，把双曲线变为直线，说明*p*和*V*成反比。这是科学研究中常用的数据处理的方法，因为一次函数反映的物理规律比较直接，容易得出相关的对实验研究有用的参数。

## （二）应用示例

**例题1**布朗运动规律是说明分子运动的重要实验事实，下列说法中正确的是（ ）

（A）布朗运动就是液体分子的无规则运动

（B）布朗运动是悬浮在液体中的固体分子的运动

（C）温度越低时，布朗运动就越明显

（D）悬浮在液体中的固体颗粒越大，布朗运动越不明显

**分析**：布朗运动是悬浮在液体中的固体小颗粒受到液体分子由于热运动而撞击不平衡产生的，所以A、B错误；而温度越高液体分子热运动越剧烈，布朗运动越明显，所以C错误；至于选项D，由于悬浮颗粒越大时，来自各方向的液体分子撞击冲力的平均效果越趋于平衡，布朗运动会越不明显。所以D正确。

**答案**：（D）。

**说明**：本题考查分子动理论中，反映分子永不停息地做无规则运动的重要实验——布朗运动的内容。因此学习水平为：知道（A）。

**学习内容**：7.1.1知道分子，知道阿伏伽德罗常数。

**学习要求**：7.1.1④知道布朗运动及其产生原因。

**学习水平**：知道（A）。

**例题2** 如图所示，（a）中U形管内液面高度差为*h*，液体密度为*ρ*，大气压强为*p*0，此时容器内被封闭气体的压强*p*1为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；（b）中内壁光滑的气缸放置在水平桌面上，活塞的质量为*m*1，底面积为*S*，在活塞上再放置一个质量为*m*2的金属块，大气压强为*p*0，则气缸内被封闭气体的压强*p*2为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（已知重力加速度为*g*）

(*a*) (*b*)

*m*2

*p*2

*m*1

*p*1

*h*

*p*0

**分析**：本题研究液柱压强、气缸活塞压强这两种压强的计算方法。液柱压强的计算要搞清上、下液面关系，和液体高度差*ρgh*的影响；气缸活塞压强主要根据单位面积受到的力来计算，并要注意不要忘记大气压强的影响。

**解答**：（a）因为*p*1+*ρgh*＝*p*0，所以得：*p*1＝*p*0－*ρgh*；

（b）*p*2＝*p*0+。

**说明**：本题考查气体的状态参量中压强在两种请况下的计算，要求能计算水银柱产生的压强和活塞对封闭气体产生的压强。因此学习水平为：理解（B）。

**学习内容**：7.1.4理解气体的状态参量。

**学习要求**：7.1.4 ③能计算水银柱产生的压强；④能计算活塞对封闭气体产生的压强。

**学习水平**：理解（B）。

**例题3** 如图所示，内壁光滑的气缸深*L*为1m，固定在水平地面上，气缸内有一厚度可忽略不计的活塞封闭了一定质量的气体。开始时缸内气体长*L*1为0.4m、压强*p*1为1×105Pa、温度*T*1为300K，已知大气压强*p*0为1×105Pa。现在活塞上施加一水平外力缓慢拉动活塞：

*L*

*L*1

（1）保持气缸内气体的温度不变，求活塞被拉至气缸边缘时封闭气体的压强（没有气体漏出）；

（2）活塞被拉至气缸边缘后，保持气体体积不变，逐渐升高温度直至外力恰好减小为零，求此时封闭气体的温度。

**分析**：本题涉及玻意耳定律、查理定律的应用，要求学生确定气体的各个稳定状态及其状态参量，并分析运用恰当的气体实验定律解决问题。第一个过程是一定质量的气体在温度不变的条件下，体积增大压强减小的过程，运用玻意耳定律求解。第二个过程是在体积不变的条件下，温度升高以增大压强的过程，运用玻意耳定律求解。同时要求判断外力恰好减小为零时其压强为大气压强。

**解答**：（1）气缸内气体的温度保持不变，根据玻意耳定律：

*p*1*L*1*S* ＝ *p*2*L*2*S*

 式中 *p*1＝1×105 Pa，*L*1 ＝ 0.4m，*L*2 ＝ *L* ＝1m

 得： *p*2 ＝ 4×104 Pa

（2）因为气缸内气体的体积不变，根据查理定律：

＝

 式中 *p*2 ＝ 4×104 Pa，*T*2 ＝ *T*1 ＝ 300K，*p*3 ＝ 1×105 Pa

 得： *T*3 ＝ 750K

**说明**：本题考查玻意耳定律、查理定律的应用，要求通过对封闭气体的状态变化进行分析，并能用玻意耳定律和查理定律进行相关计算。因此学习水平为：理解（B）。

**学习内容**：7.1.6理解玻意耳定律。

**学习要求**：7.1.6 ①知道玻意耳定律的内容及其满足条件；②理解气体等温过程的*p－V*图像的物理意义；③能用玻意耳定律进行相关计算。

**学习水平**：理解（B）。

**例题4** 一足够高的内壁光滑的导热气缸竖直地浸放在盛有冰水混合物的水槽中，用不计质量的活塞封闭了一定质量的理想气体，活塞的面积为1.5×10-3m2，如图所示。开始时气体的体积为2.0×10-3m3，现缓慢地在活塞上倒上一定量的细沙，最后活塞静止时气体的体积恰好变为原来的一半。（设：大气压强为1.0×105Pa）试求：

（1）倒在活塞上细沙的质量；

（2）在*p-V*图上画出气缸内气体的状态变化过程（请用箭头在图线上标出状态变化的方向）。

分析：本题涉及玻意耳定律的应用，要求学生在变化过程中确定气体在稳定状态时的状态参量，并分析运用恰当的气体实验定律解决问题。该过程是一定质量的气体在温度不变的条件下，压强增大体积减小的过程，可运用玻意耳定律求出末态的压强，再根据压强的计算，求出细沙的质量。在*p-V*图像中，等温过程是双曲线，根据计算结论就可画出气缸内气体在这个过程中的状态变化图。

解答：

（1）气缸内气体的温度保持不变，根据玻意耳定律：*p*1*V*1＝*p*2*V*2

式中 *p*1＝1.0×105 Pa，*V*1＝2.0×10-3 m3，*V*2＝1.0×10-3 m3，

代入数据得： *p*2＝ ＝2.0×105 Pa

根据：*p*2＝*p*1＋，

可得：*m*＝＝15 kg

（2）该过程是等温变化，在*p-V*图上是双曲线，根据以上数据可画出如图7-4所示的状态变化图线。

*V*（×10-3m3）

*p*（×105Pa）

0

1.0

2.0

3.0

1.0

2.0

3.0

图 7-4

说明：本题考查玻意耳定律的应用，要求通过对封闭气体的状态变化进行分析，并能用玻意耳定律进行相关计算，同时能在*p－V*图像中画出状态变化过程。因此学习水平为：理解（B）。

学习内容：7.1.6理解玻意耳定律；7.1.7理解查理定律。

学习要求：7.1.6 ①知道玻意耳定律的内容及其满足条件；③能用玻意耳定律进行相关计算。

7.1.7①知道查理定律的内容及其满足条件；③能用查理定律进行相关计算。

学习水平：理解（B）。

# 四、评价示例（基础型）

## （一）评价建议

单元评价包括日常作业评价、实验评价、单元测试和活动评价等几部分，其中日常作业评价和单元测试的方式与方法具体可参考第一单元；实验评价如“用DIS研究温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系”（实验过程、实验结果和分析过程等）可由教师完成评价；活动评价如课题研究、文献综述等可由学生、家长和教师根据活动过程中的批判性思考、同伴协作和团队合作、演讲表现等方面，完成对学生的学习兴趣、学习习惯和学业成果等维度的评价。

## （二）活动示例

### 1．测量与归纳——用DIS研究温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系

讨论实验方案中保持气体质量和温度不变的操作要领。用DIS进行实验，根据得到的数据表和*p-V*图像，对图表进行转换和处理，分析比较*p-V*图像和*p*-1/*V*图像，归纳得出玻意耳定律。

### 2．测量与推理——气体的等体积变化与热力学温标

观察“研究体积不变时，一定质量的气体压强与温度的关系”的演示实验，得出一定质量气体的等体积变化的*p-t*图像。把图线反向延长与温度轴相交获得绝对零度，了解绝对零度是低温的极限，建立热力学温标。

### 3．分析与解释——压缩气体的应用

从日常生活中搜集与气体性质相关的现象和事例，如：压缩空气的利用、阳光曝晒下车胎易爆胎、热水瓶内温度降低后盖子不易打开等，运用气体实验定律进行分析和解释。

### 4．合作与交流——新能源

以小组合作的形式，分别对“新能源的利用与开发”专题研究。如“太阳辐射到地球上的能量方向”、“我国太阳能资源分布情况”、“太阳能热发电系统”、“提高太阳能转化为内能的效率的方法”等主题开展自主学习。通过资料的搜集、整理，完成学习报告；制作演示文稿进行交流和评比。

### 5．制作与交流——制作太阳帽或太阳能小车

在自主学习的同时，动手制作太阳帽或太阳能小车，在制作时宜选择启动电流小，功率适当的电动机，制作的小车应尽可能减少用齿轮箱。开展自制作品的展示与评比。

## （三）检测

### 填空题

1. 通常分子直径的数量级是\_\_\_\_\_\_\_m；乒乓球直径是3.8 cm，其数量级是\_\_\_\_\_\_\_m；地球直径是12740 km，其数量级是\_\_\_\_\_\_\_m。
2. 7℃相当于热力学温度\_\_\_\_\_\_\_K，如果温度降低1℃，则热力学温度降低了\_\_\_\_\_\_K。
3. 太阳能是最清洁的新能源。为了环境保护，我们要大力开发如太阳能这样的新能源而减少使用像煤炭这样的常规能源。请划分下列能源的类别，把编号填入相应的表格：

①风能 ②核能 ③石油 ④潮汐能 ⑤地热能 ⑥天然气

|  |  |
| --- | --- |
| **类别** | **编号** |
| 常规能源 |  |
| 新能源 |  |

1. 如图所示，水平放置的一根玻璃管和几个竖直放置的U形管内都有一段水银柱，封闭端里有一定质量的气体，图（a）中的水银柱长度和图（b）、（c）、（d）中U形管两臂内水银柱高度差均为*h*＝10 cm，外界大气压强*p*0相当于76cm水银柱产生的压强。则四部分气体的压强分别为：*p*a＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Pa；*p*b＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Pa；*p*c＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Pa；*p*d＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Pa。（水银密度*ρ*＝13.6×103 kg/m3，重力加速度*g*取9.8 m/s2）



1. 如图所示，横坐标表示分子速率，纵坐标表示各等间隔速率区间的分子数占总分子数的百分比。由此可以判断*T*1\_\_\_\_\_\_\_\_\_*T*2。（选填“大于”、“小于”或“等于”）

分子数

百分率

*T*1

速率

*T*2

1. 当热水瓶中的热水未灌满而盖紧瓶塞，并密封很好，那么经过一段时间后，要将瓶塞拔出来会很费劲，这是因为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。现假设瓶内初温*t*1＝87℃，经过一段时间降为*t*2＝42℃，热水瓶口的横截面积*S*＝10 cm2，请估算，要拔出瓶塞至少需要\_\_\_\_\_\_\_\_\_N向上的拉力。（设大气压强*p*0＝1.0×105 Pa，不计瓶塞重力）

【解析】（2）对瓶内气体，由查理定律可得：

＝

＝

*p*2＝0.875×105 Pa

对瓶塞进行受力分析，有：

*F*＋*p*2*S*＝*p*0*S*

*F*＝(*p*0－*p*2)*S*＝(1.0－0.875)×105×10×10-4＝12.5 N

### 选择题

1. 布朗运动实验说明了分子运动的重要事实，在实验中布朗运动是指（ ）。

（A）液体分子的运动 （B）悬浮在液体中的固体的分子运动

（C）悬浮在液体中的固体微粒的运动 （D）液体分子与固体分子的共同运动

1. 关于能量的转化，下列说法中正确的是（ ）。

（A）因为能量守恒，所以“永动机”是存在的

（B）摩擦生热的过程是不可逆过程

（C）空调既能制热又能制冷，说明热传递不存在方向性

（D）由于能的转化过程符合能量守恒定律，所以不会发生能源危机

1. 如图表示一定质量的理想气体的状态由A经B、C回到A的*p*-*T*图象，下列说法中正确的是（ ）。

*p*/atm

0

A

4

2

C

*T*/K

200

400

B

（A）A—B是等容升温过程

（B）A—B是等压升温过程

（C）B—C是等温压缩过程

（D）B—C是等容降温过程

1. 一定质量的气体，从一个状态变化到另一个状态，在如图所示的四个图中，描述的变化过程可能相同的是（ ）。

*p*

*O*

*T*

①

*p*

*O*

*V*

②

*p*

*O*

*T*

③

*V*

*O*

*T*

④

（A）①② （B）②③ （C）③④ （D）①④

1. 一定质量的理想气体由状态A经过如图所示的过程变到状态B，在此过程中气体的密度（ ）。

*p*

*O*

*T*

A

B

（A）一直变大 （B）一直变小。

（C）先变小后变大 （D）先变大后变小。

### 实验题

1. 如图所示，用一个带有刻度的注射器及DIS来探究一定质量气体的压强和体积关系。

注射器

压强传感器

所研究的对象是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；

它的体积可用\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_直接读出，它的压强是由\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_得到。

（2）下表表格中记录了实验中5组数据，根据这些数据在图中作出*p－V*图线。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 实验次数 | 压强（kPa） | 体积（cm3） |
| 1 | 101.5 | 20 |
| 2 | 107.5 | 18 |
| 3 | 123.5 | 16 |
| 4 | 139.0 | 14 |
| 5 | 161.5 | 12 |

10

18

16

14

170

160

150

140

130

120

110

100

12

20

22

24

*p*/kPa

*V*/cm3

图1

（3）实验过程中，下列操作错误的是（ ）

（A）推拉活塞时，动作要慢

（B）推拉活塞时，手不能握住注射器筒

（C）压强传感器与注射器之间的软管脱落后，应立即重新接上，继续实验并记录数据

图2

丙

甲

*1/V*

*p*

乙

（D）活塞与针筒之间要保持润滑又不漏气

（4）在验证波意耳定律的实验中，如果用实验所得数据在图所示的*p*－1/*V*图像中标出，可得图中\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_线。如果实验中，使一定质量气体的体积减小的同时，温度逐渐升高，则根据实验数据描出图2中的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_线（选填“甲”、“乙”、“丙”）。

1. 在“用单分子油膜估测分子的大小”的实验中：

（1）以下是该实验的操作步骤，请你按合理的操作顺序把步骤的编号填写在横线上：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

A．用测量的物理量估算出油酸分子的直径*d*。

B．将一滴油酸酒精溶液滴在水面上，待油酸薄膜的形状稳定。

C．用浅盘装入约2cm深的水，然后将痱子粉均匀地撒在水面上。

D．将玻璃板放在浅盘上，用笔将薄膜的外围形状描画在玻璃板上。

E．将画有油膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上，测出轮廓内正方形的个数*n*。

F．用滴管将事先配好浓度的油酸酒精溶液逐滴滴入量筒，记下滴入溶液的体积与滴数。

（2）若油酸酒精溶液的浓度为每1000 ml溶液中有纯油酸1ml，用注射器测得1 mL上述溶液有200滴，把一滴该溶液滴入盛水的表面撒有痱子粉的浅盘里，待水面稳定后，测得油酸膜的近似轮廓如图所示，图中正方形小方格的边长为1 cm，则每一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_mL，油酸膜的面积是\_\_\_\_\_\_\_\_\_cm2。根据上述数据，估测出油酸分子的直径是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_m。

### 计算题

1. 如图所示，在一个玻璃气缸内，用活塞封闭了一定质量的气体，活塞和柄的总质量为*m*，活塞的面积为*S*。当活塞自由放置时，气体体积为*V*。现缓慢地用力向下推动活塞，使气体的体积减少为0.5*V*，已知大气压强为*p*0，求：

（1）活塞自由放置时，气体的压强*p*1；

（2）气体体积减少为0.5*V*时的压强*p*2；

（3）气体体积减少为0.5*V*时加在活塞手柄上的外力*F*。

1. 某同学利用DIS实验系统研究一定质量的理想气体的状态变化，在实验后计算机屏幕显示了如图的*p*-*T*图象（实线部分），已知在A状态气体体积为*V*0。试求实验过程中，当气体温度保持*T*0的情况下，气体体积在什么范围内变化？

A

*p*

*T*

*T*0

0

*p*0

2*p*0

1.5*p*0

【解析】等温条件下，

（1）1.5*p*0*V*0＝2*p*0*V*1

*V*1＝*V*0

（2）1.5*p*0*V*0＝*p*0*V*2

*V*2＝*V*0

当气体温度保持*T*0的情况下，气体体积在*V*0和*V*0之间变化

1. 如图所示，一个气缸放置在水平地面上，缸内有一质量可忽略不计的活塞，开始时活塞被两个销钉固定，气缸内封闭气体的压强为2.4×105 Pa、温度为300 K。已知外界的大气压强为1.0×105 Pa，气缸和活塞均不导热。

（1）若气缸内气体温度升高到450 K时，其压强为多大？

（2）若保持气缸内气体温度为450 K不变，拔去两个销钉，当活塞停止移动时，气缸内气体的体积为原来的几倍？（气缸足够长，活塞与气缸间摩擦不计）

1. 如图所示，下端用橡皮管连接的两根粗细相同的玻璃管竖直放置，右管开口，左管内被封闭气柱长20 cm，水银面比右管低15 cm，大气压强相当于75 cm高的水银柱产生的压强。现保持左管不动，为了使两管内水银面一样高，则：

（1）右管应向上还是向下移动？

（2）两边液面相平时，气柱长度为多少？

（3）右管管口移动的距离是多少？

### 综合题

1. 在一篇题为“地球的能量资源”的文章中，提供了到达地球表面太阳辐射能的几个主要去向的数据，如下表所示：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 直接反射（*E*1） | 以热能方式离开地球（*E*2） | 水循环（*E*3） | 大气流动（*E*4） | 光合作用（*E*5） |
| 52000×109 kJ/s | 81000×109 kJ/s | 40000×109 kJ/s | 370×109 kJ/s | 40×109 kJ/s |

（1）根据以上数据分析并计算地球对太阳能的利用率；

（2）每年有多少太阳能通过光合作用转化为化学能？