



经典教材辅导用书

JINGDIAN JIAOCAI FUDAO YONGSHU

金继红 何明中 王君霞 编

物理化学

学习指导与题解(上册)

高教版《物理化学》(上册)
(第5版)(南京大学傅献彩)



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

物理化学学习指导与题解

(上册)

高教版《物理化学(上册)》(第5版)

(南京大学傅献彩)

金继红 何明中 王君霞 编

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书对南京大学傅献彩、沈文霞、姚天扬、侯文华编的《物理化学》(第5版)的全部习题和思考题做了详细的解答,并增编了部分复习思考题,选编了一部分自测题。本书分为上、下两册出版,共14章,每一章都列有基本公式、复习思考题解答、习题详解、自测题及自测题解答。

本书可作为化学化工类专业学生学习物理化学课程和备考研究生入学考试的参考教材,也可供高等学校物理化学课程任教教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

物理化学学习指导与题解(上册)/金继红 何明中 王君霞 编. —武汉:华中科技大学出版社,2011 1

ISBN 978-7-5609-6691-5

I 物… II ①金… ②何… ③王… III 物理化学-高等学校-教学参考资料 IV.O64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 207062 号

物理化学学习指导与题解(上册)

金继红 何明中 王君霞 编

策划编辑:周芬娜

责任编辑:李 琴 周芬娜

封面设计:潘 群

责任校对:李 琴

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排 武汉佳年华科技有限公司

印 刷 华中科技大学印刷厂

开 本 850mm×1168mm 1/32

印 张 9 375

字 数 242 千字

版 次 2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:18.00 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

物理化学是化学化工类各专业的重要理论基础课,也是众多专业招收研究生的必考科目。学习物理化学对提高学生的逻辑思维能力,开发智力有着重要作用。学好物理化学的一个重要途径就是要演算大量的习题,通过演算习题,可以加深对概念的理解和对公式的灵活运用。一道好的习题往往是前人科研探索 and 研究的结晶,通过解题,可以培养独立分析问题、解决问题的能力。

南京大学傅献彩先生编写的《物理化学》是一本优秀的被许多院校普遍采用的经典教材,对我国物理化学高等教育起了非常重要的作用。我们曾针对《物理化学》(第4版)编写了《物理化学习题详解》。2006年傅献彩、沈文霞、姚天扬、侯文华编写的《物理化学》(第5版)出版,我们在学习、研究《物理化学》(第5版)教材的基础上于2007年编写了《物理化学辅导与习题详解》,对《物理化学》(第5版)的全部习题做了详尽解答,受到许多读者欢迎。应读者要求,本次再版,增加了对《物理化学》(第5版)的全部思考题的详尽解答,还增编了部分复习思考题。

为了便于读者抓住重点和难点,巩固所学知识,提高解题能力,本书每一章都由基本公式、复习思考题解答、习题详解、自测题、自测题解答五部分构成。本书分为上、下两册出版,上册包括气体、热力学第一定律、热力学第二定律、多组分系统热力学及其在溶液中的应用、相平衡、化学平衡、统计热力学基础等内容,下册包括电解质溶解、可逆电池的电动势及其应用、电解与极化作用、化学动力学基础(一)、化学动力学基础(二)、表面物理化学、胶体分散系统和大分子溶液等内容。

编者真诚地希望本书能为同学们学习物理化学课程及备考研究生入学考试起到良好的指导作用。

由于编者水平有限,书中难免存在不当甚至错误之处,敬请各位同仁和读者不吝赐教和指正。

编 者

2010年6月于武汉

目 录

第一章 气体	(1)
基本公式	(1)
复习思考题解答	(3)
习题详解	(7)
自测题	(28)
自测题解答	(30)
第二章 热力学第一定律	(35)
基本公式	(35)
复习思考题解答	(37)
习题详解	(46)
自测题	(76)
自测题解答	(78)
第三章 热力学第二定律	(83)
基本公式	(83)
复习思考题解答	(84)
习题详解	(92)
自测题	(118)
自测题解答	(120)
第四章 多组分系统热力学及其在溶液中的应用	(124)
基本公式	(124)
复习思考题解答	(126)
习题详解	(131)
自测题	(151)
自测题解答	(154)

第五章 相平衡	(158)
基本公式	(158)
复习思考题解答	(158)
习题详解	(165)
自测题	(191)
自测题解答	(194)
第六章 化学平衡	(198)
基本公式	(198)
复习思考题解答	(199)
习题详解	(204)
自测题	(237)
自测题解答	(240)
第七章 统计热力学基础	(245)
基本公式	(245)
复习思考题解答	(248)
习题详解	(254)
自测题	(286)
自测题解答	(288)

第一章 气 体

基本公式

1. 气体分子运动理论基本方程

$$pV = \frac{1}{3}mNu^2$$

2. 气体平均平动能与温度的关系

$$\bar{E}_t = \frac{3}{2}kT, \quad \bar{E}_{t,m} = \frac{3}{2}RT$$

3. Maxwell 速率分布公式

$$\frac{dN_v}{N} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m}{2kT} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right) v^2 dv$$

4. 分子速率的三个统计平均值

$$\text{最概然速率} \quad v_m = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$

$$\text{平均速率} \quad v_a = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

$$\text{根均方速率} \quad u = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

三种速率之比 $v_m : v_a : u = 1 : 1.128 : 1.224$

5. 气体分子平动能的分布

$$\text{三维空间} \quad \frac{dN_E}{N} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{kT} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) E^{1/2} dE$$

$$\text{二维空间} \quad \frac{dN_E}{N} = \frac{1}{kT} \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) dE$$

能量为 $E_1 \rightarrow \infty$ 的分子占总分子的分

$$\frac{N_{E_1 \rightarrow \infty}}{N} = \exp\left(-\frac{E_1}{kT}\right)$$

6. 气体分子在重力场中的分布 (Boltzmann 公式)

$$p = p_0 \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right)$$

7. 分子的平均自由程

$$\bar{l} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n} \quad (n \text{ 是单位体积分子数})$$

8. 互碰频率

同种气体分子互碰频率

$$z = 2n^2 \pi d^2 \sqrt{\frac{RT}{\pi M}} \quad (n \text{ 是单位体积分子数})$$

两种气体分子互碰频率

$$z = \pi d_{A,B}^2 n_A n_B \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}}$$

分子与器壁互碰频率 $z = \frac{p}{\sqrt{2\pi MRT}}$

9. 理想气体状态方程

$$pV = nRT, \quad pV_m = RT$$

10. Dalton 分压定律

$$p_B = x_B p, \quad p = \sum_B p_B$$

Amagat 分体积定律

$$V_B = n_B RT/p, \quad V = \sum_B V_B \quad (\text{只适用于理想气体})$$

11. Van der Waals 方程

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT$$

Van der Waals 常数与临界常数的关系

$$V_{m,c} = 3b, \quad T_c = \frac{8a}{27Rb}, \quad p_c = \frac{a}{27b^2}$$

$$a = \frac{27R^2 T_c^2}{64p_c}, \quad b = \frac{RT_c}{8p_c}, \quad \frac{RT_c}{p_c V_{m,c}} = \frac{8}{3}$$

对比状态方程 $\left(\pi + \frac{3}{\beta^2}\right)(3\beta - 1) = 8\tau$

式中, $\pi = p/p_c$, $\beta = V_m/V_{m,c}$, $\tau = T/T_c$ 。

12. 压缩因子

$$Z = \frac{pV}{nRT} = \frac{pV_m}{RT}$$

复习思考题解答

1. 两种不同的理想气体, 如果它们的平均平动能相同, 密度也相同, 则它们的压力是否相同? 为什么?

答 不相同。这两种理想气体平均平动能相同, 表明温度相等 ($\bar{\epsilon}_{t,m} = \frac{3}{2}RT$), 这两种气体密度也相同, 而 $p = \frac{nRT}{V} = \frac{mRT}{MV} = \frac{\rho RT}{M}$, 所以, 压力 p 和气体的相对分子质量有关。

2. 在两个体积相等、密封、绝热的容器中, 装有压力相等的某理想气体, 试问这两个容器中温度是否相等?

答 理想气体状态方程 $pV = nRT$, 因为 $p_1 = p_2$, $V_1 = V_2$, 所以 $n_1 T_1 = n_2 T_2$ 。若两容器中装有相同物质的量的理想气体, 则温度相等, 否则温度不相等。

3. Dalton 分压定律能否用于实际气体? 为什么?

答 Dalton 分压定律只适用于理想气体混合物, 低压实际气体混合物也能较好地遵守。实际气体混合物压力越高, 计算偏差就越大。

1810 年提出的 Dalton 分压定律是指“混合气体的总压等于

各气体分压之和,某组分的分压等于该气体与混合气体温度相同并单独占有总体积 V 时所具有的压力”,即 $p = \sum_B p_B$, $p_B = n_B RT/V$ 。由于实际气体分子间有作用力, $p_B \neq n_B RT/V$, 因此 Dalton 分压定律不适用于实际气体。

若按分压的数学定义 $p_B = y_B p$, 即混合气体中某一组分的分压 p_B 等于它的摩尔分数 y_B 与总压 p 的乘积。由于混合气体中各种气体的摩尔分数之和 $\sum_B y_B = 1$, 所以各种气体的分压之和即等于总压,这对所有混合气体都适用,即使是高压下远离理想状态的气体混合物也同样适用,但这已不是我们通常所说的 Dalton 分压定律了。

4. 在 273 K 时,有 H_2 , O_2 和 CO_2 三种气体,试判别哪种气体的根均方速率最大? 哪种气体的最概然速率最小?

答 根均方速率 $u = \sqrt{3kT/m}$, 最概然速率 $v_m = \sqrt{2kT/m}$, 这两种速率都与分子质量的平方根成反比,所以 H_2 的根均方速率最大, CO_2 的最概然速率最小。

5. 最概然速率、根均方速率和数学平均速率,三者的大小关系如何? 各有什么用处?

答 最概然速率 $v_m = \sqrt{2kT/m}$, 根均方速率 $u = \sqrt{3kT/m}$, 数学平均速率 $v_a = \sqrt{8kT/(\pi m)}$, 三种速率之比: $v_m : v_a : u = 1 : 1.128 : 1.224$ 。

根均方速率 u : 用来计算分子的平均平动动能,在讨论气体压强和温度的统计规律中使用。

数学平均速率 v_a : 用来讨论分子的碰撞,计算分子运动的平均距离、平均碰撞次数等。

最概然速率 v_m : 由于它是速率分布曲线中极大值所对应的速率,所以在讨论分子速率分布时常被使用。

6. 气体在重力场中分布的情况如何? 用什么公式可以计算

地球上某一高度的压力？这样的压力差能否用来发电？

答 在重力场中，气体分子受到两种相反的作用，无规则的热运动将使气体分子均匀分布于它们所能达到的空间，而重力作用则要使重的气体分子向下聚集，这两种相反作用达到平衡时，气体密度随高度的增加而减小，气体在重力场中分布遵守 Boltzmann 公式 $\rho = \rho_0 \exp\left(-\frac{mgh}{kT}\right)$ 。用 $p = p_0 \exp\left(-\frac{mgh}{kT}\right)$ 可以计算地球上某一高度的压力，这样的压力差不能用来发电。

7. 在一个密闭容器内有一定量的气体，若升高温度，气体分子的动能和碰撞次数增加，那分子的平均自由程将如何改变？

答 分子的平均自由程计算公式 $\bar{l} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n}$ ，分子的平均自由程与温度无关，温度升高，自由程不变。

8. 什么是分子碰撞的有效截面积？如何计算分子的互碰频率？

答 两个分子的质心碰撞时所能达到的最短距离称有效直径，以分子的有效直径 d 为半径作圆，圆的面积 $S = \pi d^2$ 即为碰撞的有效截面积。

同种气体分子互碰频率 $z = 2n^2 \pi d^2 \sqrt{\frac{RT}{\pi M}}$ （式中 n 是单位体积分子数），两种不同气体分子互碰频率 $z = \pi d_{AB}^2 n_A n_B \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}}$ 。

9. 什么是气体的隙流？研究气体隙流有何用处？

答 气体分子通过小孔向外流出称为隙流。利用隙流定律可以求气体的摩尔质量，利用隙流作用也可以分离摩尔质量不同的气体混合物，这在同位素分离中得到了应用。

10. Van der Waals 对实际气体做了哪两项校正？如果把实际气体看做刚球，则其状态方程的形式应该如何？

答 Van der Waals 认为实际气体偏离理想气体状态方程是

由两种因素所致,一是分子之间存在相互吸引力,称为气体的内压力,因而引进压力修正因子 a ;二是实际气体分子本身具有体积,致使分子自由活动空间减小,又引入体积修正因子 b 。

如果把实际气体看做刚球,则其状态方程的形式应该是 $p(V_m - b) = RT$ 。

11. 在同温、同压下,某实际气体的摩尔体积大于理想气体的摩尔体积,则该气体的压缩因子 Z 是大于 1 还是小于 1?

答 压缩因子 $Z = \frac{pV}{nRT} = \frac{pV_m}{RT}$, 如果实际气体的体积大于理想气体的体积(实测的 pV_m 值大于按理想气体方程计算的值),则 $Z > 1$, 表明实际气体难以压缩。

12. 压缩因子图的基本原理建立在什么原理的基础上? 如果有两种性质不同的实际气体,其压力、摩尔体积和温度是否可能都相同? 其压缩因子是否相同? 为什么?

答 压缩因子图建立在对比状态原理的基础上。两种性质不同的实际气体,由于状态方程不同,其压力、摩尔体积和温度不可能都相同,所以压缩因子也不相同。只有在相同的对比状态下,压缩因子才可能会相近。

13. 有一容积为 V 的容器,内装有温度为 T 、压力为 p 的某气体,称得气体连同容器的质量为 m_1 。放出部分气体后温度保持不变,但压强降为 p_2 ,再称得气体连同容器的质量为 m_2 ,该气体的摩尔质量是多少?

答 设容器质量为 w ,则原有气体质量为 $m_1 - w$,放出部分气体后,剩余气体质量为 $m_2 - w$,由理想气体状态方程有, $p_1 V = \frac{m_1 - w}{M} RT$, $p_2 V = \frac{m_2 - w}{M} RT$,由此可得出 $M = \frac{RT}{V} \cdot \frac{m_1 - m_2}{p_1 - p_2}$ 。

14. 对一定量的气体来说,当温度不变时,气体的压强随体积的减小而增大;当体积不变时,压强随温度的升高而增大。就微观来看,它们是否有区别?

答 就微观来看,它们有区别。由分子运动论来看,一定量的气体,温度不变时,体积的减小会使单位体积内的分子数增多。这样一来,单位时间内与器壁碰撞的分子数就增多,器壁所受的平均冲力就增大,因而压强增大。

当体积不变时,单位体积内的分子数也不变。但由于温度升高,分子的热运动加剧,热运动速度增大。这样,一方面在单位时间内,每个分子与器壁的平均碰撞次数增多;另一方面,每一次碰撞施于器壁的冲力也加大,结果使压强增大。

15. 一容器被中间的隔板分成相等的两半,一半装有 He,温度为 250 K,另一半装有 O_2 ,温度为 310 K,二者压强相等。求去掉隔板两种气体混合后的温度。

答 混合前,对 He 有 $pV=n_1RT_1$,对 O_2 有 $pV=n_2RT_2$,所以 $n_2=n_1T_1/T_2$ 。

混合前气体的总能量为

$$E=E(\text{He})+E(O_2)=\frac{3}{2}n_1RT_1+\frac{5}{2}n_2RT_2=4n_1RT_1$$

设气体混合后的温度为 T ,总能量为

$$E=\frac{3}{2}n_1RT+\frac{5}{2}n_2RT=\left(\frac{3}{2}+\frac{5}{2}\cdot\frac{T_1}{T_2}\right)n_1RT$$

混合前后气体的总能量相等,有

$$4n_1RT_1=\left(\frac{3}{2}+\frac{5}{2}\cdot\frac{T_1}{T_2}\right)n_1RT$$

$$\text{由上式解得 } T=\frac{8T_1}{3+5T_1/T_2}=\frac{8\times 250}{3+5\times 250/310}\text{ K}=284.4\text{ K}$$

习 题 详 解

1. (1) 在 0°C 及 101.325 kPa 下,纯干空气的密度为 $1.293\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$,试求空气的表观摩尔质量;(2) 在室温下,某氮气钢瓶内的压力为 538 kPa,若放出压力为 100 kPa 的氮气 160 dm^3 ,钢

瓶内的压力降为 132 kPa, 试估计钢瓶的体积。设气体近似作为理想气体处理。

解 (1) 假定空气为理想气体, 设其表观摩尔质量为 M , 则

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT, \quad p = \frac{m}{VM}RT = \frac{\rho}{M}RT$$

$$M = \frac{\rho}{p}RT = \left(\frac{1.293}{101.325 \times 10^3} \times 8.3145 \times 273.15 \right) \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \\ = 28.98 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2) 设钢瓶的体积为 V , 则

$$\text{放出氮气前} \quad p_1 V = n_1 RT$$

$$\text{放出氮气后} \quad p_2 V = n_2 RT$$

$$\text{两式相减} \quad (p_1 - p_2)V = (n_1 - n_2)RT$$

$$\text{钢瓶的体积} \quad V = \frac{(n_1 - n_2)RT}{p_1 - p_2}$$

$n_1 - n_2$ 是放出氮气的物质的量, 则

$$n_1 - n_2 = \frac{100 \times 10^3 \text{ Pa} \times 160 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{RT}$$

$$V = \frac{(n_1 - n_2)RT}{p_1 - p_2} = \left[\frac{100 \times 10^3 \times 160 \times 10^{-3}}{(538 - 132) \times 10^3} \right] \text{m}^3 \\ = 39.41 \times 10^{-3} \text{m}^3$$

2. 两个体积相同的烧瓶中间用玻管相通, 通入 0.7 mol 氮气后, 使整个系统密封。开始时, 两瓶的温度相同, 都是 300 K, 压力为 50 kPa, 今若将一个烧瓶浸入 400 K 的油浴内, 另一个烧瓶的温度保持不变, 试分别计算两瓶中氮气的物质的量和温度为 400 K 的烧瓶中气体的压力。

解 开始时, 两个烧瓶内气体压力为 p_1 , 温度为 T_1 。浸入油浴后, 一个烧瓶的温度为 T_2 , 另一个温度仍为 T_1 , 但两烧瓶的压力仍是相等的, 设为 p_2 , 两个烧瓶内氮气总的物质的量在加热前后保持不变, 所以

$$n = \frac{2p_1 V}{RT_1} = \frac{p_2 V}{RT_1} + \frac{p_2 V}{RT_2}$$

$$p_2 = \frac{2p_1 T_2}{T_1 + T_2} = \left(\frac{2 \times 50 \times 400}{300 + 400} \right) \text{ kPa} = 57.14 \text{ kPa}$$

设 $T_1 = 300 \text{ K}$ 的烧瓶中氮气的物质的量为 n_1 , $T_2 = 400 \text{ K}$ 的烧瓶中氮气的物质的量为 n_2 , 则

$$\begin{cases} n_1 + n_2 = 0.7 \text{ mol} \\ \frac{n_1}{n_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{400}{300} \end{cases}$$

解得 $n_1 = 0.4 \text{ mol}$, $n_2 = 0.3 \text{ mol}$

400 K 的烧瓶中有 0.30 mol 氮气, 300 K 的烧瓶中有 0.40 mol 氮气。

3. 在 293 K 和 100 kPa 时, 将 $\text{He}(\text{g})$ 充入体积为 1 dm^3 的气球内。当气球放飞后, 上升至某一高度, 这时的压力为 28 kPa, 温度为 230 K, 试求这时气球的体积是原体积的多少倍。

解 假定 $\text{He}(\text{g})$ 为理想气体。

充气后的体积 $V_0 = n(\text{He})RT_0/p_0$

升空后的体积 $V_1 = n(\text{He})RT_1/p_1$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{T_1}{T_0} \frac{p_0}{p_1} = \frac{230}{293} \times \frac{100}{28} = 2.8$$

升空后的体积是原来体积的 2.8 倍。

4. 有 2.0 dm^3 潮湿空气, 压力为 101.325 kPa, 其中水汽的分压为 12.33 kPa。设空气中 $\text{O}_2(\text{g})$ 和 $\text{N}_2(\text{g})$ 的体积分数分别为 0.21 和 0.79, 试求: (1) $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{N}_2(\text{g})$ 的分体积; (2) $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{N}_2(\text{g})$ 在潮湿空气中的分压力。

解 (1) 水汽的分体积

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_x(\text{H}_2\text{O}) = 2.0 \text{ dm}^3 \times \frac{12.33}{101.325} = 0.243 \text{ dm}^3$$

空气的分体积

$$V(\text{空气}) = V - V(\text{H}_2\text{O}) = (2.0 - 0.243) \text{ dm}^3 = 1.757 \text{ dm}^3$$

$\text{O}_2(\text{g})$ 和 $\text{N}_2(\text{g})$ 的体积分数即为 $\text{O}_2(\text{g})$ 和 $\text{N}_2(\text{g})$ 的摩尔分数, 所以

$$V(\text{O}_2) = V(\text{空气})x(\text{O}_2) = 1.757 \text{ dm}^3 \times 0.21 = 0.369 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{N}_2) = V(\text{空气})x(\text{N}_2) = 1.757 \text{ dm}^3 \times 0.79 = 1.388 \text{ dm}^3$$

$$(2) p(\text{空气}) = p - p(\text{水汽}) = (101.325 - 12.33) \text{ kPa} \\ = 88.995 \text{ kPa}$$

$\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{N}_2(\text{g})$ 在潮湿空气中的分压力

$$p(\text{O}_2) = p(\text{空气})x(\text{O}_2) = 88.995 \text{ kPa} \times 0.21 = 18.689 \text{ kPa}$$

$$p(\text{N}_2) = p(\text{空气})x(\text{N}_2) = 88.995 \text{ kPa} \times 0.79 = 70.306 \text{ kPa}$$

5. $3.45 \text{ g H}_2(\text{g})$ 放在 10 dm^3 的密闭容器中,从 273 K 加热到 373 K ,需提供多少能量? $\text{H}_2(\text{g})$ 的根均方速率是原来的多少倍? 已知 $\text{H}_2(\text{g})$ 的摩尔等容热容 $C_{V,m} = 2.5R$ 。

解 $E = nC_{V,m}(T_2 - T_1)$

$$= \left[\frac{3.45}{2.016} \times 2.5 \times 8.3145 \times (373 - 273) \right] \text{ J} = 3.56 \text{ kJ}$$

根均方速率 $u = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

所以 $\frac{u(373 \text{ K})}{u(273 \text{ K})} = \sqrt{\frac{373 \text{ K}}{273 \text{ K}}} = 1.17$

373 K 时 $\text{H}_2(\text{g})$ 的根均方速率是 273 K 时的 1.17 倍。

6. 计算 293 K 和 373 K 时, $\text{H}_2(\text{g})$ 的平均速率、根均方速率和最概然速率。

解 293 K 时

平均速率 $v_s = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8 \times 8.3145 \times 293}{3.14 \times 2.016 \times 10^{-3}}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $= 1.75 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

根均方速率 $u = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.3145 \times 293}{2.016 \times 10^{-3}}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $= 1.90 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

最概然速率 $v_m = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{\frac{2 \times 8.3145 \times 293}{2.016 \times 10^{-3}}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $= 1.55 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$