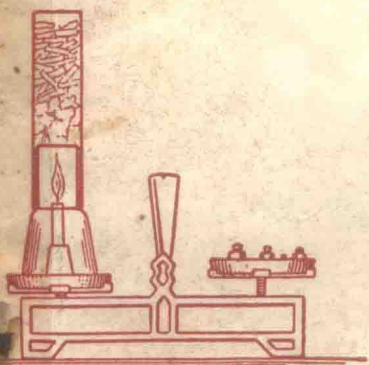




石油炼制基本知识

物理和化学

苏联 Б.А. 車尔尼雪夫著

石油工业出版社

石油煉制基本知識

物理和化學

苏联B·A·車尔尼雪夫著

孙 树 声譯

苏联石油工业部劳动工資司批准作为培养和
提高石油煉厂工人的教材

石油工业出版社

內 容 提 要

这本书是一本初級教材。書中詳細地介紹了石油煉制過程中的物理和化學的基本知識。在物理方面，介紹了物質的分子結構，物質的重量，固體、液體、氣體的性質，簡單的機械知識，熱和電的基本知識等。在化學方面着重敘述了重要的化學定律和化學反應的基本概念。除此以外，書中還簡要地敘述了石油產品的成份和性質，石油蒸餾和石油破壞加工的基本知識。

這本書的特點是通過生活中常見的事例來解釋物理和化學現象。它比較通俗、易懂、容易為工人、老干部所接受。因此，這本“物理和化學”可以作為煉油工人和老干部學習技術的基礎讀本。

Б.А. ЧЕРНЫШЕВ

ФИЗИКА И ХИМИЯ

В ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1955年莫斯科版翻譯

統一書號：15037·394

石 油 煉 制 基 本 知 識

物 理 和 化 學

孫 樹 聲 譯

石油工業出版社出版 (社址：北京六鋪炕石油工業部內)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

850×1168 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張8 $\frac{3}{4}$ * 202千字 * 印5,001—8,500冊

1958年9月北京第1版第1次印刷

1960年6月北京第1版第1次印刷

定價(9)1.10元

目 录

第一章 物質的分子結構	1
第1节 物体是由什么構成的、分子和原子	1
第2节 分子的大小	2
第3节 气态、液态及固态物質的構成	3
第4节 物体的壓縮性	5
第5节 扩散	6
第二章 物質及物体的重量	7
第1节 重力、重量	7
第2节 关于質量的概念	7
第3节 重量和質量的單位	8
第4节 秤	9
第5节 密度	9
第6节 比重	10
第7节 顆粒物質与多孔物質的比重	12
第8节 石油产品密度的測定	16
第三章 簡單机械知識	18
第1节 功、功率、能	18
第2节 有效系数(效率)	20
第3节 槓桿、板鉗、安全閥	21
第4节 斜面、楔式閘門	24
第5节 摩擦	26
第6节 滑动摩擦	26
第7节 內摩擦、粘度	28
第8节 潤滑的作用	29
第9节 滚动摩擦	30
第10节 摩擦的好处和坏处	30
第四章 固体的几种性質	31
第1节 变形	31

第2节	力是怎样作用在物体上的	32
第3节	变形的量	34
第4节	物体的强度	37
第5节	许可负荷	38
第6节	可塑性及弹性	38
第7节	脆性	39
第8节	物体的硬度	39
第9节	磨损	40
第五章	液体和气体	42
第1节	用液体和气体傳送压力、水压机	42
第2节	流体化的固体	47
第3节	連通器、油水分离器	49
第4节	大气压力	52
第5节	用压力計測量压力	55
第6节	活塞泵、虹吸管	60
第7节	阿基米得原理、浮秤、液面控制器	62
第8节	液体在管道中的运动	66
第9节	喷嘴的作用、水力冲击	70
第六章	物体的热膨胀	73
第1节	溫度和它的測量	73
第2节	物体的綫膨胀	75
第3节	物体膨胀时产生的力、脹縮器	77
第4节	体积膨胀系数	79
第5节	空容器的膨胀	80
第6节	气体的膨胀和压缩	81
第7节	气体及液体在加热时的压力增加	83
第8节	理想气体和石油蒸气	85
第9节	烟筒內的抽力	86
第七章	热的測量	87
第1节	卡	87
第2节	平均比热	88
第3节	热平衡方程式	89

第4节	混合式冷凝器和冷却器	90
第5节	燃料的热值、加热爐的效率	92
第6节	管式爐內燃料的燃燒	93
第7节	热的机械当量	96
第八章	物質的态的变化	97
第1节	物質的三态	97
第2节	熔化和凝固	97
第3节	水的結冰	100
第4节	蒸發	101
第5节	飽和蒸气	105
第6节	沸騰	107
第7节	水蒸汽的性質	109
第九章	热的傳送	104
第1节	热傳导	104
第2节	对流	119
第3节	輻射	120
第4节	換热器內的总傳热系数	121
第5节	並流換热和逆流換热	122
第6节	平均溫度差	124
第7节	換热器的計算	125
第8节	在管式爐中的傳热	127
第十章	电学概述	128
第1节	电的基本概念	128
第2节	可熔保險絲、电焊	131
第3节	防爆設備	132
第4节	靜电	133
第5节	容器和設備的接地	135
第6节	电濾器	136
第7节	热电高溫計	136
第8节	电流对人体的影响	138
第十一章	化学定律和化学反应的基本概念	139
第1节	簡單物質和复杂物質、化学元素	139

第2节	原子价	140
第3节	化学元素的符号、原子量、分子量	142
第4节	物質不灭定律和組成不变定律	144
第5节	化学反应的类别	146
第6节	化学式和化学方程式	147
第7节	金屬和非金屬	148
第8节	酸、鹽基、鹽	150
第9节	用化学式及化学方程式进行計算	153
第10节	阿佛加德罗定律	155
第11节	Д. И. 門捷列夫的元素週期表	157
第十二章	几种重要化学元素的性質	159
第1节	氧、氧在工業技术中的应用	159
第2节	氧化和燃燒	162
第3节	灭火	164
第4节	爆炸、自然、自动起火	166
第5节	氮、氨、硝酸	168
第6节	氢和氫的性質	169
第7节	硫和硫的化合物、硫酸	170
第8节	硅和鋁	172
第9节	催化剂	173
第10节	鉄和鉄的合金	173
第十三章	石油产品的成份和性質	175
第1节	天然石油气	175
第2节	石油初餾的液体和固体产品	181
第3节	工厂石油气	187
第4节	高温热解所得的生成物	193
第5节	芳香族烴的性質	197
第6节	硫化化合物	199
第十四章	石油的蒸餾	201
第1节	液体混合物的沸騰	201
第2节	平均沸点	202
第3节	减压蒸餾	203

第4节	用水蒸汽进行蒸馏	204
第5节	蒸馏所用水蒸汽的消耗量	208
第6节	关于精馏的概念	208
第十五章	石油的破坏加工	211
第1节	高温对烃类的作用	211
第2节	生焦	217
第3节	热裂化和催化裂化	220
第4节	聚合	223
第5节	焦化	228
第6节	石油炼制的主要方向	228
第十六章	表面现象	231
第1节	表面张力	231
第2节	乳化石油	232
第3节	乳化油的破坏	233
第4节	沉淀	234
第5节	可润湿性	236
第6节	毛细管现象	237
第7节	吸附作用	237
第十七章	腐蚀	240
第1节	什么是腐蚀	240
第2节	腐蚀怎样产生	241
第3节	腐蚀的种类	245
第4节	各种材料的抗腐蚀性	248
第5节	设备的防腐蚀	247

第一章 物質的分子結構

第1节 物体是由什么構成的、分子和原子

为什么水在加热时会变成蒸汽？为什么能嗅到萘的气味？鹽是怎样溶入水內的？为什么水有气态、液态和固态(冰)？

上述許多現象及許多与物体性質有关的其他現象，都可用所有物体都由最小的細粒，即所謂“分子”所組成^①来解釋。

任何物体內的分子，彼此間都有若干距离。把一小塊萘拿进房間里后，在整个室內都能嗅到萘的气味，这是因为萘的分子在整个室內扩散，並且作用到人們嗅覺器官的緣故。鹽的結晶在水中分裂为許多細小粒子，这些細小粒子散佈在整个液体內，潛入水分子之間的空隙內，結果形成鹽的溶液。

分子的粒度很小。每个物体都由大量的分子所構成。如果要数清一滴水內的分子数目，全地球的人就要化 15 000 年。

分子虽然很小，但分子还是由比它更小的粒子所組成的。

如果使电流通过水(不是蒸餾水)，則水就开始分解。水分解后得到兩種气体——氫气和氧气。

由於电流的作用，水的分子被破坏，得到了与水完全不同的兩種新物質的粒子。这些組成分子的粒子，叫做原子^②。

分子为物質的最小粒子，这些粒子具有該物質所有的全部性質。我們如用机械方法来分割水，不管怎样分法，所得的最小粒子——分子仍然是水，並保存着水的性質。但如应用化学方法，則能將分子分成水的組成部分——原子，原子的性質，与由原子所構成的分子的性質不同。

① 分子(Молекула)——起源於拉丁字，原意为“細小的物質”。

② 原子(Атом)——起源於希臘字，原意为“不可分割的”。这个名称是由於从前把原子当作物質的不可分割的最小粒子而得来的。

原子是單質^①的最小粒子。一個水分子是由兩個氫原子和一個氧原子構成的。

在本書的化學部分的各章中，對於原子還要詳細討論。

原子和分子經常在不停地運動，在加熱時它們運動得比較快，在冷卻時則運動得比較慢。

例如，當把水加熱時，則水分子運動得越來越快，最後，它們開始離開水面，進入空氣中。水的蒸發就是水從液相變為氣相。液體的蒸發，在任何溫度下都能進行；但當溫度升高，分子的運動速度加快，蒸發也加快，相反，當將液體冷卻，液體分子的運動速度就減慢。在冷卻至一定溫度時，液體能變成固體。例如，水可以變成固體狀態的冰。

第2節 分子的大小

在河流或海岸邊的水面上，常能看到閃耀着五光十色的石油產品的油膜。這種油膜的厚度約為 0.1μ ^②。但石油產品尚能構成更薄的膜。如果一滴含有少量潤滑油的汽油滴在水面上，當汽油蒸發後，在水面上殘留着厚度為 0.001μ （千分之一微米）的肉眼不能看見的潤滑油膜。這種油膜的厚度比1公厘小多少倍，就相當於1公厘比1000公尺小多少倍一樣。

因此，潤滑油分子的形狀假定接近於球形的話，則它的直徑不應大於 0.001μ 。

用苯胺顏料將乙基液 P-9 染成櫻桃紅色。如果將這種顏料的一粒結晶（其容積約為1公厘³）溶於100毫升^③酒精中，那麼取1毫升的這種溶液，注入1公升水中，就能將水染成顯著的顏色。不算出：所取的1公厘³的顏料在100,000,000公厘³水中擴散，在

① 關於單質的概念詳見第11章。

② 希臘字母 μ （讀作米）表示微米——千分之一公厘。微米是在顯微鏡下觀察顆粒所用的長度計算單位。

③ 毫升——等於0.001公升或1公分³。

着色的水的每一个小顆粒中都含有顏料的細粒。因此，每个顏料粒子(分子)的容积比一万万分之一公厘³还小。

分子的大小实际上有多大呢？一般大小的苹果比地球小的倍数，就相当于分子比苹果小的倍数。

有些物質的分子比較小(氫、氧、水、甲烷等)，有些比較大(潤滑油，蛋白質)，例如，水的分子的直徑等於 3.1×10^{-8} 公分^①，而蛋白質的分子則為 43×10^{-8} 公分。潤滑油有一種組分的分子長度約為 20×10^{-8} 公分。

第3节 气态、液态及固态物質的構成

已經証明，在溫度 0°C 及壓力為 760 公厘水銀柱時，1 公分³ 空氣內含有 2.7×10^{19} 個分子。每個分子的體積約為 15×10^{-24} 公分³。

以分子的體積乘分子的數量，即得 1 公分³ 空氣內所有分子的總體積：

$$V = 2.7 \times 10^{19} \times 15 \times 10^{-24} = 40.5 \times 10^{-5} \approx 0.0004 \text{ 公分}^3$$

根據以上計算，可得到這樣一個意外的結果，即在 1 公分³ 空氣中，各種物質的分子體積僅佔 0.0004 公分³，即 0.04%，其餘的 99.96% 沒有被任何東西所佔有。

因此，氣態物質(空氣、石油產品蒸氣、水蒸汽等)的分子彼此相距很遠。

分子不停地運動着。較輕的氣體的分子運動較快，較重氣體的分子運動較慢。許多氣體的分子運動的平均速度是每小時 1500—2000 公里。但這並不是說分子在空間能以這個速度進行直線運動。

分子在運動時，各分子像許多彈性的皮球一樣，彼此衝擊跳

① 具有負指數的數值，等於帶原來指數的該數除 1 所得的値；如 $10^{-4} = \frac{1}{10^4} = 0.00000001$ 。

躍。因此，每个分子的运动路綫是十分錯綜复杂的。

不管容器的容积有多大，气体的分子都能在不停地运动下向容器的整个容积內扩散。

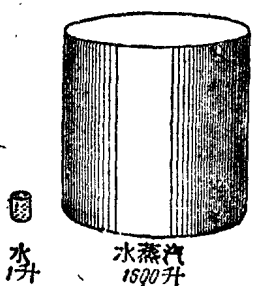


圖1 水变成蒸汽时体积增大为1600倍

一切物質在气态时的体积比在液态时大。例如水变成蒸汽时，体积扩大为1600倍（圖1）。故液体内各分子的分佈，較气体中各分子的分佈要紧密一些。

每个分子能將隣近分子吸至自己身边，同时，它自己也被隣近的各分子所吸引。这是因为在各分子之間存在着互相吸引的力（引力）。

在气体中，分子不規則地运动，分子間距离很大，彼此間的引力很小。气体經常佔有容器的全部空間。

在液体中，各分子的运动根据它們的分佈位置，按照某种方式进行。各分子的分佈位置較气体密，引力的作用比較大，能使各分子之間保持較近的距离。

將10公尺³汽油，不管注入那种容器，容积为15公尺³的筒狀油罐也好，油槽車也好，長方形槽也好，汽油的体积仍然是10公尺³。气体决不可能只充滿容器的一部分，它势必会扩散至整个容器。

黑点表示原子。

液体与气体不同的地方是液体具有一定的容积，但沒有固定的形狀，其形狀決定於盛液体的容器的形狀。

当液体变成固体时，其体积改变得很有限，固体內各分子間的距离大致与液体內各分子間的距离相等。

当液体冷却和凝固时，各分子的运动速度降低，分子間的吸引力增大，液体就变成固体。構成固体分子的原子，在固体內按一定的次序排列。

例如：石墨分子由碳原子構成，其排列方式如圖 2 中的 6 所示。在另一些固体中，譬如在金剛石中它也是由碳原子所組成，各分子的排列方法成另一种形式（如圖 2,a），这样就構成了結晶体的分子。金屬、鹽、石墨等都是結晶体。

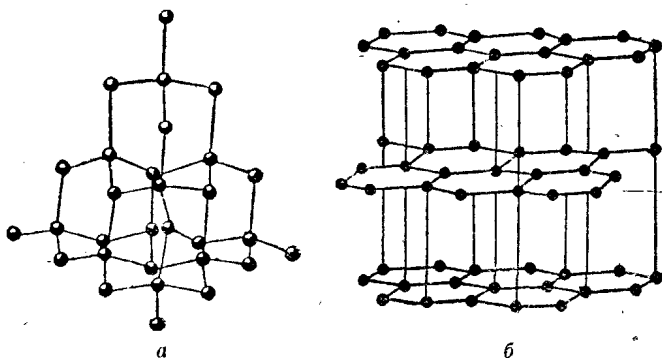


圖 2 碳原子的排列位置

a—金剛石內碳原子的排列位置；b—石墨內碳原子的排列位置。

也有很多固体的結構，不屬於結晶結構。这种物体，称为無晶形物体。

玻璃、熔过的石英、瀝青、塑膠等都是無晶形物体。

第 4 节 物体的壓縮性

要把固体破坏，例如將鉄絲折断，折断木棍、鉛塊等，应使用一定的力。这是由於固体内的分子吸引力較液体内的分子吸引力强。各分子間距离愈近，这种引力愈大。但是引力随着分子的接近而增大，是有一定限度的。如果分子接近超过一定限度，引力开始減低，同时产生相斥力。

由於这个原因，要壓縮液体，尤其是壓縮固体，是很困难的。实际上几乎不能壓縮它們。

例如，把水壓縮时，比壓縮气体时难几百倍。最容易壓縮的金屬——鉛，比水要难壓縮 8 倍。

管子或容器的試压，就是利用液体的低压缩性。

設容积为 10 公尺³ 的空气容器用水进行試压，我們知道水在 1 个大气压下体积縮小 0.005%，在 20 大气压下則应縮小 $20 \times 0.005\% = 0.1\%$ 。將待試的容器充滿水后盖紧，此时，如把水繼續向容器內压送就很不容易了，並会使容器內的压力升高。利用手压机向容器內压入 10 公尺³ 的 0.1%，就是一共压入 10 公升水，这样就使压力升高至 20 大气压。

用液体試压除了操作上便利外，並且在保安上安全。在用空气試压时，为达到 20 大气压，向上述容器內应压入約 200 公尺³ 空气。如該容器試驗不合格，則此 200 公尺³ 空气就会以極大速度向外冲出，像爆炸的砲彈一样，將設備破坏，並飞奔到各处。

經常發生的情况是：当容器用水試压时，如不合格，对操作人員並不至引起人身事故，因容器爆炸时从容器內进出的不过是几公升水罢了。

第 5 节 扩散

將一塊沙糖放在一杯茶內，經過若干時間后，即使不攪拌，茶也会有甜味。这表示糖的分子已在水中扩散，並与水的分子相混和。

如果泵房內汽油管的襯垫被截穿，女潤滑工迅速將泵关闭，並关闭閘門，但仍有若干量的石油产品滲到地坪上，室內就充滿了汽油蒸汽。汽油的分子在整个泵房內扩散，並与空气分子混合。

如果在潔淨的鉄管上鍍一層鋁，然后把鉄管加热若干時間，則鋁透进鉄內深达 2 公厘。在鄰接層內的鋁分子与鉄分子已經混合。这个方法在工業上叫做表面包鋁法。

所有这些現象，均由於一种物質的分子不停地运动，並相互潛入到另一种物質的分子中間而产生的。这种現象叫做扩散^①。

① 扩散——起源於拉丁語，原意为“分散”。

第二章 物質及物体的重量

第1节 重力、重量

取一塊石头在手中，我們感覺到石头压在手掌上。如果取較大的石塊，手上的压力就較大。如讓石塊自手中脫出，石塊就掉落下来。

这些現象在我們的日常生活中是很熟悉的，把所有物体吸引到地面的力，叫做重力或重量。

重力是由於物体受地心引力的作用而产生。地心引力作用於一切物体。沒有重量的物体是不存在的。如果物体不下落，那就是由於某种障碍阻止着它。在此种情况下，重力就变成压力或張力。石塊压在手上，因为手阻止了石塊的下落；悬挂的重錘拉紧了吊重錘的繩子。

物体愈接近地心，地心引力就愈大。地球不是标准的球形，順着軸綫方向略呈扁圓形；故在赤道上的地心引力較在兩極為小。在莫斯科称得重量为 1000 克的物体，在阿尔汗格尔斯克的绝对重量为 1001 克，在敖德薩則为 999 克。但这种重量差只能用彈簧秤称量时才能發現，因在使用砝碼的槓桿秤上称量物体时，砝碼和被称量的物体一样，其重量也改变。

因此，一定物体的重量是随着地点而改变的，但这个物体的質量(物質的量)是不变的。

第2节 關於質量的概念

包含在一定物体內的物質的量，称为質量。

如果取兩個木球，一个体积为 10 公分³，另一个的体积为 100 公分³，則第一个球內的物質的量为第二个球的 $\frac{1}{10}$ ；即第一个

球的質量是第二个球的 $1/10$ 。

第二个球的重量是第一个球的 10 倍。物体的質量与其重量成比例，故在比較物体的質量时，可比較其重量。

由於質量和重量是成比例的，故在日常生活中，對於這兩個概念不加以區別。但我們必須分清楚：質量——表示物質的量；重量則是一種力。

設需計算 10 噸重塔的基础。很明显，这里所指的是塔的重量，是塔压在基础上的力。如果說制造塔耗費了 10 噸鋼材，这里指的是所用物質的量，指鋼的質量。

在安全閥的槓桿上应按裝一个 1 公斤重的平衡錘。这里重要的是平衡錘的重量，即压在槓桿上的力。

买 1 公斤面包作为食物。显然这里指的是物質的量，即面包的質量。

为使飞机飞行一定距离，須耗費 5 噸汽油，这里指的当然是汽油的量，因为这个“量”（不是重量）是供給飞机發動机的能力的来源。

为計算飞机內能裝載多少貨物，飞行人員应考虑飞机內尚有 5 噸汽油。在这种情况下，确定飞机的載重量时，重要的显然是汽油的重量，而不是它的質量。

第 3 节 重量和質量的單位

測量物体的重量，就是測定該物体的重量相当於作为重量單位的另一物体重量的多少倍；即該物体所受地球的引力相当於作为重量單位的物体所受引力的多少倍。

在米制中，以 1 公斤 (kg) 作为重量單位。这是由特种合金制成的砝碼的重量。这个砝碼保存在色佛尔（在巴黎附近）的国际度量衡局內。

同样，以这个砝碼的質量作为質量的标准單位。質量的标准單位为公斤，以 kg 表示。

$1\kappa l$ 和 $1\kappa z$ 的絕對值实际上是相同的。在工業文献中常使用一种符号“ κz ”，質量和重量都用它来表示。

本节以后的各个热量、化学、工艺等計算中(必須运用力的概念的机械計算例外)所提到的重量，都指物質的量，以 κz ， z 或 m (公斤、克、或吨)表示。

1 公斤(力)的千分之一，叫做 1 克(力)，用 l 表示。同样，1000 公斤称为 1 吨，用 T 表示。

在物理学中，以克作物質的量(質量)的單位。1 克相当於 1 公斤的千分之一，其縮写符号为 z 。

因 1 公升純水为 1000 公分³，在 4°C 时 1 公分³純水的重量为 1 克($1l$)，其質量为 1 克($1z$)。

1000 公升的水是 1 公尺³，重 1 吨($1T$)。因此，1 公尺³純水在 4°C 时的重量为 1 吨($1T$)。1 公尺³純水的質量为 1 吨($1m$)。

第 4 节 秤

測量物質的量，使用槓桿秤。槓桿秤为最古老的計量用具之一，在 5000 年以前已經开始使用它了。

秤的形式很多。在工厂实验室内，採用能称准至 0.001 克的秤。

在工厂中使用的秤，可以称量卡車(当貨物散裝或把貨物裝在小容器內發貨时)、铁路車箱及油槽車。

称量沉重东西的秤的構造，是利用槓桿系統，用重量很小的砝碼来平衡很大的重量。例如，使用十分之几公斤的砝碼的秤可以平衡 10 公斤，用 1 公斤砝碼的百斤秤可以平衡 100 公斤重的物体。

第 5 节 密度

取兩塊体积相等的金屬，一塊鉄和一塊鋁，进行称量。可以發現这两种物質的質量並不一致。鉄的質量比較大，鋁的質量則