

高級中学課本

物理学

二年級第二分冊



高級中學課本

物 理 學

二年級第二分冊

曾樹人 許南明 賈振邦 編

北京市五月出版此書上科可選中學第二學

人民教育出版社出版(北京景山東街)

新華書店發行

天津印刷一厂印刷

統一書號：K7012·682 字數：76千

開本：787×1092公厘 1/32 印張：3 $\frac{1}{2}$

1956年8月第一版

1956年11月第一版第一次印刷

北京：1—55,000冊

定價(2) 0.19元

目 录

第二編 分子物理学和热学(續)

第八章 液体的性質	3
72. 液体分子間的作用	3
73. 液体表面的收縮趨勢	4
74. 表面張力	6
75. 表面張力系数	8
76. 浸润現象	11
77. 浮游选矿法	13
78. 毛細現象	14
第九章 固体的性質	18
79. 晶体和非晶体	18
80. 空間点陣	19
81. 固体的形变	22
82. 彈性和范性	23
83. 彈性形变的基本类型	24
84. 胡克定律	28
85. 极限强度和安全系数	31
86. 硬度	33
87. 金属的压力加工	34
第十章 物态的变化	39
88. 熔解和凝固	39
89. 熔解热	42
90. 物质在熔解和凝固时体积的变化 压强对熔点的影响	44
91. 汽化	45
92. 升华	48

93. 蒸发时的冷却	48
94. 饱和汽	50
95. 饱和汽压	51
96. 未饱和汽	53
97. 把未饱和汽变成饱和汽的方法	55
98. 沸腾	56
99. 汽化热	59
100. 气体的液化	62
101. 液态气体的应用	64
102. 空气的湿度	65
103. 露点	69
104. 湿度計	70

第十一章 热机

105. 热机 热机的基本部分和热机工作的特点	75
106. 热机的效率	74
107. 鍋炉	76
108. 蒸汽机	81
109. 蒸汽轮机	88
110. 热力化	90
111. 內燃机	92
112. 狄塞尔內燃机	95
113. 燃气轮机	98
114. 空气喷气发动机	100
115. 火箭喷气发动机	103

物 理 实 驗

实验五 测定表面張力系数	105
实验六 测定极限强度	106
实验七 测定汽化热	106

第二編 分子物理学和热学(續)

第八章 液体的性质

72. 液体分子间的作用 我們已經知道,在气体里,分子間的距离是相当大的。在液体里,分子間的距离比在气体里小得多。只要想一想,在 100°C 和1个大气压下,水的密度大約是它的蒸汽的密度的1600倍,就可以了解这一点。

在第48节中已經講过,当两个分子間的距离小于几个埃的时候,它們之間的作用是互相排斥;当两个分子間的距离大于几个埃而小于几百个埃的时候,它們之間的作用是互相吸引。在液体內部的分子,一方面受到邻近分子的排斥,另一方面又受到較远分子的吸引。因此,在液体里既存在着分子間相互排斥的力,也存在着分子間相互吸引的力。

如果我們在液体內部任意取一个平面,研究一下被这个平面所分开的两部分液体的相互作用,那么,从理論上的計算可以知道,通过这个平面的分子間的斥力和引力都是很大的,它們的数量級都达到 10^4 千克重每平方厘米。在通常的情况下,它們的大小可以說是相等的①。

但是,在跟气体或固体接触的液体薄层里,情形却不是这样。

跟气体接触的液体薄层叫做表面层,在表面层的分子,一方面受到的是液体內部分子的作用,另一方面受到的却是气体分子的

① 实际上,斥力要比引力大一些;可是在通常情况下,它們的差数只有它們本身数值的万分之几。

作用。跟固体接触的液体薄层叫做附着层。在附着层的分子，一方面受到的是液体内部分子的作用，另一方面受到的却是固体分子的作用。所以，在表面层或附着层的分子，跟液体内部的分子比较起来，是处在特殊的情况中，因此也就产生了一些特殊的现象。我们在下面就要来研究这些现象。

73. 液体表面的收缩趋势 液体的表面层有什么特殊现象呢？我们知道，由于液体具有流动性，大量的液体在自己重量的作用下采取盛着它的容器的形状，表面是水平的。但是，少量液体的表面并不是这样，例如，荷叶上的小水滴、草叶上的露珠都是近于球形的。

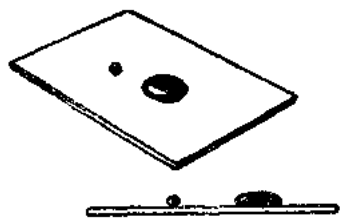


图 108 大的和小的水银滴的形状

在水平的玻璃片上，大的水银滴是扁平的，小的水银滴成球形（图 108）。如果在球形的水银滴上盖一块玻璃片，水银滴受了玻璃片的重量的影响也会变扁。大的水银滴的成为扁平，是因为

它的重量比较大，它的形状受到重力的影响也就比较大。如果可以设法消除液体的重量对它的形状的影响，那么液体就会成为球形。我们用下面的实验来证实这一点。

做一些水和酒精的混合液，使它的比重跟橄榄油的比重相等。然后把橄榄油引入这混合液里，可以看到，混合液里的橄榄油是成球形的（图 109）。

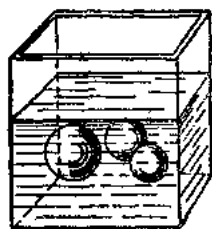


图 109 橄榄油在水和酒精的混合液里成球形

我们知道，在体积相同的各种形状的物体中，以球形物体的表面积为最小。所

以,上述的实验结果表明,液体表面有收缩到最小面积的趋势。

我們还可以用肥皂水做一些实验,来证明液面具有这种趋势。

把棉线的两端系在金属丝做成的环上的两点上(棉线不要张紧),然后把环浸入肥皂水里,再拿出来,环上就布满了肥皂水的薄膜。这时可以看到,薄膜上的棉线是松弛的(图 110 的 1)。但是,如果用热针刺破棉线左侧的薄膜,由于右侧薄膜表面的收缩,棉线就向右弯成弧形(图 110 的 2);同样,如果弄破棉线右侧的薄膜,棉线就向左弯成弧形(图 110 的 3)。

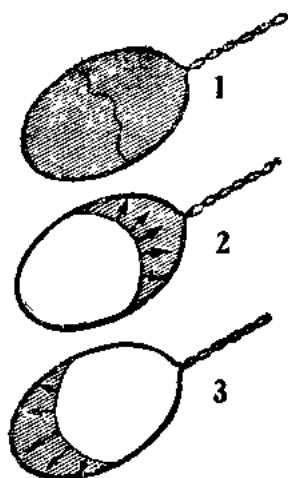


图 110 薄膜表面的收缩使棉线成弧形

把一个棉线圈系在金属丝做成的环上,然后使环上布满肥皂水的薄膜,这时薄膜上的棉线圈也是松弛的(图 111 左)。如果弄破棉线圈里的那部分薄膜,由于棉线圈外方薄膜表面的收缩,棉线圈就张紧成为圆形(图 111 右)。

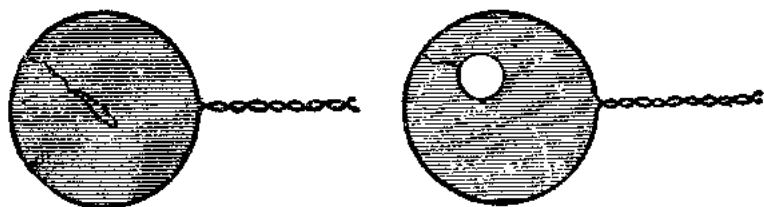


图 111 如果把棉线圈里的薄膜刺破,棉线圈就张紧成为圆形

用金属丝制成各种形状的框架,再使肥皂水的薄膜布满在这

些框架上,就得到各种形状的薄膜。由于薄膜表面的收缩,每一种形状的薄膜都保持尽可能小的面积(图 112)。

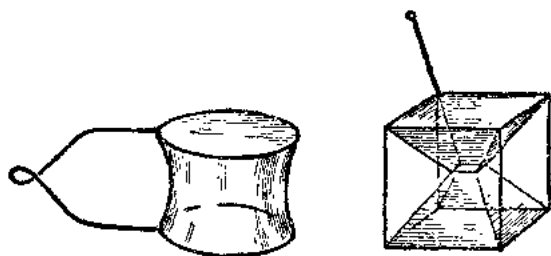


图 112 各种形状的薄膜都保持尽可能小的面积

从这些实验可以知道,液体的表面层好象张紧的橡皮膜一样,具有收缩的趋势。

习 题

1. 把玻璃管的裂断口放在火焰上烧熔,它的尖端就变圆,这是什么缘故?
2. 如果头发相当长,在洗头或游泳的时候,头发出了水就聚在一起。为什么会这样?

74. 表面张力 液体的表面层的收缩的趋势,是由表面层里分子所处的特殊情况决定的。

我们知道,液体里的分子是在不停地振动着的。在液体内部,每一个分子的周围都有许多别的分子,所以当—个分子从平衡位置向某一方面运动的时候,它就受到它所离开的那方面的分子的拉引,同时还受到它所靠攏的那方面的分子的推拒。可是在液体表面的分子,当它从平衡位置向外运动的时候,只受到后面的分子的拉引(气体分子对它的作用很小,可以略去不计)。因此,它所受的使它回到平衡位置的力就比在液体内部小些,这就使表面层的

分子振动的振幅比在液体内部大些,分子间的距离也就大些。从此可知,表面层里分子的分布要比在液体内部稀疏些,图 113 表示液体表面附近分子分布的大概情况。

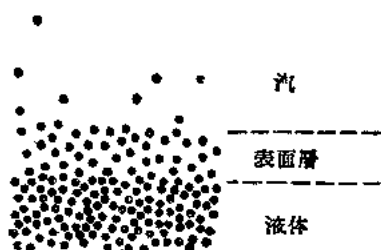


图 113 液体表面附近分子分布的大概情况

由于在表面层里分子的分布比在液体内部稀疏些的结果,在表面层里的分子间的斥力和引力都减弱了。同时,我们还必须注意到,在互相吸引的分子间的距离略微增加时引力的减弱,要比在互相推斥的分子间的距离略微增加时斥力的减弱小得多。因此,在表面层里,斥力的减弱比引力的减弱要厉害得多。

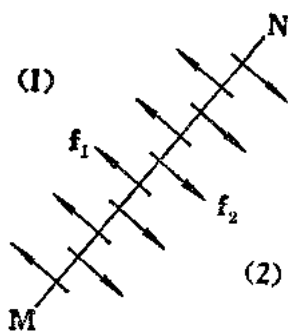


图 114 液体的表面张力

如果在液体表面上划一条分界线 MN (图 114), 把液体表面分成 (1) 和 (2) 两部分, 那么, 这两部分的分子间也是既存在着相互吸引的力, 又存在着相互推斥的力的。但是, 在这里, 引力大于斥力, 所以, 总的说来, 表面 (1) 跟表面 (2) 是互相吸引的。这就是液体表面具有收缩趋势的原因。

在图 114 中, 我们用 f_1 来表示表面 (1) 对表面 (2) 的引力, 用 f_2 来表示表面 (2) 对表面 (1) 的引力。这两个力大小相等、方向相反, 分别作用到液体互相接触的两部分表面上。象这种各部分液面互相吸引的力, 就叫做表面张力。

表面张力是跟液面相切的。如果液面是平面, 表面张力就在

这个平面上, 如果液面是曲面, 表面張力就在这个曲面的切面上。

作用到任何一部分液面上的表面張力, 总是跟这部分液面的分界綫垂直的。例如, 在图 114 中, 作用到表面(1)的 f_2 , 就是跟分界綫 MN 垂直的。

75. 表面張力系数 表面張力 f 的大小是跟分界綫 MN 的长度 L 成正比的 (参看图 114), 因此可以写成

$$f = \sigma L,$$

或

$$\sigma = \frac{f}{L}。$$

比值 σ 叫做表面張力系数, 它在数值上等于作用在液体表面的单位长度的分界綫上的力。

如果用 1 达因做力的单位, 用 1 厘米做长度的单位, 所得的表面張力系数的单位就是 1 达因/厘米。

表面張力系数 σ 可以用下面的方法来测定。

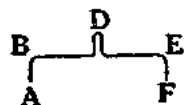


图 115 测定表面張力系数用的鉄絲

把鉄絲弯曲成图 115 所示的形状, 用絲綫吊着它的 D 点, 把它系在一根輕而均匀的杠杆的左端 (杠杆的支点在杆的中心)。在杠杆上支点的右方挂一个很小的秤錘, 使它跟鉄絲平衡 (图 116 E)。如果这时杠杆的左、右两臂分别是 a 和 b , 鉄絲和秤錘的质量分别是 m 和 M , 那么

$$mga = Mgb. \quad (1)$$

然后把盛着液体的容器放在鉄絲下方, 使杠杆的左端稍微下倾, 让鉄絲的两脚和水平部分浸沒在液体里。这时如果慢慢提起杠杆的左端, 把鉄絲的水平部分从液体里拉出来一些, 就可以看到,

鉄絲和液面之間形成一層液體的薄膜，鉄絲本身也被液膜包着。這時在杆左端所受的向下的力，除了鉄絲的重量以外，還有液膜由於表面張力而產生的向下拉鉄絲的力。所以只要一放

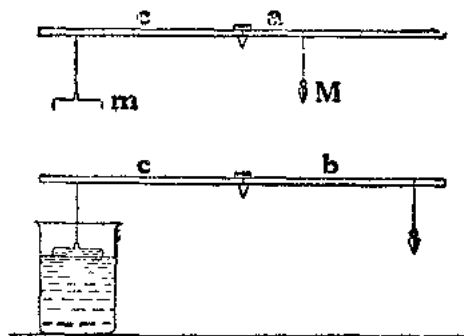


图 116 表面張力系数的測定

手，鉄絲就被液膜拉下到液體里。現在把秤錘慢慢向右移動，直到在杆左端的鉄絲水平部分被拉出液面而且鉄絲和液面之間的液膜剛要斷開的時候為止(圖 116 下)。設這時杆的右臂是 b 。用 F 表示液膜向下拉鉄絲的力，可以得到

$$(mg + F)c = Mgb. \quad (2)$$

從(2)式減去(1)式，再用 c 除所得的等式的兩邊，就可以求出 F 的值：

$$F = \frac{Mg(b-a)}{c}.$$

因為液膜具有前後兩個表面層，所以

$$F = 2L\sigma,$$

其中 L 表示鉄絲兩腳的間隔(就是圖 115 中 B、E 兩點或 A、F 兩點間的距離)。

從這裡就可以求出液體的表面張力系数：

$$\sigma = \frac{F}{2L}.$$

下表所列的是某些液体的表面張力系数 σ 。

液 体	温度(°C)	σ (达因/厘米)	液 体	温度(°C)	σ (达因/厘米)
水	0	75.6	水银	15	487
水	20	72.7	液态的铅	336	443
水	50	67.9	液态的铁	1307	962
水	100	58.8	液态的铂	2000	1819
肥皂溶液	20	40	液态的氮	-188	7.2
酒精	20	22	液态的氧	-353	2.1
乙醚	20	17	液态的氢	-269	0.12

从这个表里看得出来,水的表面張力系数是随着温度的升高而减小的,一切液体都是这样。

还可以看出,熔解的金属的表面張力系数很大;而液态气体的表面張力系数很小。

除了温度和物质的种类以外,还有其他因素能够影响表面張力的大小。例如,液体里混入了少量杂质就能大大地改变这种液体的表面張力系数——在大多数情况下是使它减小。因此,在测定表面張力系数的时候,要使用尽可能纯净的液体。

如果向水面上扔几小块樟脑,这些樟脑块就在水面上进行复杂的、紊乱的运动。这种运动是怎样引起的呢?

樟脑块的形状是不规则的,因而它们在水面上的溶解情形也就不同。水里含有了樟脑这种杂质,水的表面張力系数 σ 就发生改变;而且樟脑溶解得越多, σ 改变得越厉害。在樟脑块的各方面,水的表面張力系数不一样,结果就引起了樟脑块的这种奇怪的运动。

习 題

1. 利用輕而均匀的杠杆测定水的表面張力系数。秤錘的質量是 1 克,鉄絲

的質量是 0.4 克，鉄絲兩脚的間隔是 5 厘米；當鉄絲的水平部分和水面間的水膜剛要斷開的時候，杠桿上系鉄絲的點跟支點相距 15 厘米，掛秤錘的點跟支點相距 17 厘米。從這個實驗測出的水的表面張力系數是多少達因/厘米？（杠桿的支點在杆的中心）

- 2 圖 117 表示一種測定表面張力的儀器。A 是彈簧，Z 是指針，K 是用鉄絲做的圓環，B 是盛着水的容器，S 是刻度尺。實驗的時候，先把 B 向 K 靠攏，使 K 浸入水面，記下這時 Z 所指的刻度 S_1 。然後慢慢降低 B，我們會看到在 K 的下面形成一層圓筒狀的水膜，並且它的長度隨着 B 的下降而增加，同時 A 逐漸伸長。記下水膜斷開的瞬間 Z 所指的刻度 S_2 ，由 S_1 和 S_2 求出彈簧的伸長。如果彈簧的伸長等於 32 毫米，並且知道使彈簧每伸長 1 厘米需要 0.5 克重的力，圓環的直徑是 34 毫米，那麼水的表面張力系數是多大？

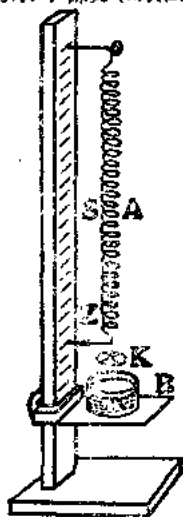


圖 117 習題 2 的附圖

76. 浸潤現象 把一塊潔淨的玻璃片浸入水里再取出來，就看到玻璃片的表面是帶有一層水的。然而對於塗了石蠟或油脂的厚紙板，水就不能附着在它上面。在使固體跟液體接觸的時候，我們可以看到兩種不同的現象，就是浸潤現象和不浸潤現象。水能浸潤潔淨的玻璃，但不能浸潤石蠟；水銀能浸潤潔淨的鋅，但不能浸潤玻璃。

浸潤和不浸潤的現象是由附着層的特殊情況所決定的。

前面已經說過，液體的附着層里的分子一方面受到的是液體內部分子的作用，另一方面受到的是固體分子的作用，這就使附着層處於特殊情況中。附着層里的分子既然受到了固體分子的作用，因此，在這裡分子的分布，比起表面層來，總是要密一些。

如果固体分子跟液体分子間的相互作用比較弱,那么,附着层里分子的分布虽然比表面层密,但仍然是比液体内部稀疏。这样,在附着层里就出现了跟表面張力相似的收縮力,这时液体跟固体接触的面积就有縮小的趋势,也就是說,液体不浸潤固体。

如果固体分子跟液体分子間的相互作用相当强,那么,附着层内分子的分布就会比液体内部更密一些。这样,在附着层里就跟在表面层里的情形相反,两部分液体間出现了相互排斥的力,这时液体跟固体接触的面积就有扩大的趋势,也就是說,液体浸潤固体。

液体装在容器里的时候,器壁附近的液面往往成弯曲的形状,这个现象也可以用附着层的特性来说明。如果液体是能够浸潤器壁的,附着层里的排斥力的上推作用就使液体在接近器壁处向上弯曲;在内徑小的容器里,液面就成凹形(图 118)。相反地,如果

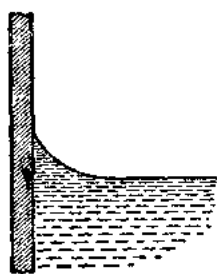


图 118 如果液体能浸潤固体,液体就在接近器壁处向上弯曲;在内徑小的容器里,液面就成凹形。

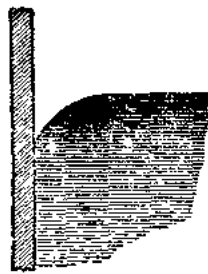


图 119 如果液体不浸潤固体,液体就在接近器壁处向下弯曲;在内徑小的容器里,液面就成凸形。

液体是不浸潤器壁的,附着层里的收縮力的下拉作用就使液体在接近器壁处向下弯曲;在内徑小的容器里,液面就成凸形(图 119)。

在内徑小的容器里的凸形或凹形的液面都叫做弯月面。

习 題

1. 鴨的羽毛上有一層很薄的、不被水浸潤的脂肪包着，這層脂肪對鴨有什麼好處？
2. 把一個縫衣針小心地放到水面上，雖然鋼的比重比水大得多，但針卻可以浮在水面上不沉下去。作這個實驗並解釋所觀察到的現象。
3. 用布作的雨傘，雖然在紗綫間有可以看得出來的孔隙，仍然不漏雨水。為什麼？

77. 浮游選礦法 在很多礦石里，除了我們所需要的礦物以外，還摻雜着大量我們所不需要的脈石。在冶煉以前，必須把脈石尽可能地分出去。這種從礦石里把需要的礦物跟脈石分開的手續，就叫做選礦。

在各種選礦的方法里，利用上面所講的浸潤和不浸潤現象的浮游選礦法，現在被廣泛地採用着。在有色金屬的選礦工作中，這種選礦法尤其重要。

實驗指出，水不能浸潤象方鉛礦、黃銅礦、硫黃、石墨等礦物，

却能浸潤石英、硅酸鹽等脈石。相反地，有些油類不能浸潤脈石，却能浸潤上面所說的礦物，在這些礦物表面形成一層薄的油膜。

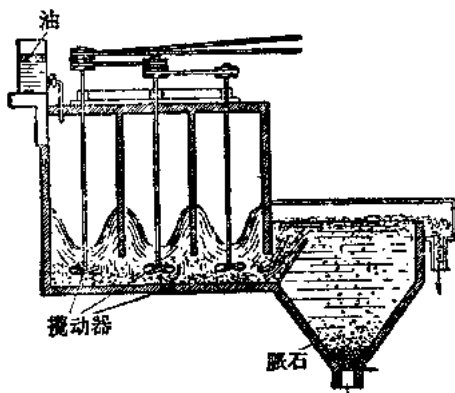


圖 120 浮游選礦法的裝置的示意圖

用浮游選礦法選礦的時候，先把礦石磨成細的粉末，放進水里，並且在水里加入少量能夠浸潤礦物

而不能浸潤脉石的油类,然后用攪动器攪动这混合物(图 120),攪动的时候空气进入混合物里,結果形成了許多小的空气泡。当包着很薄油膜的矿物顆粒碰在空气泡上的时候,由于水不浸潤矿物顆粒,矿物顆粒和空气泡之間的水膜发生破裂,向外退开,于是,包圍着空气泡和矿物顆粒的水的表面的收縮,就使矿物顆粒附着在空气泡上(图 121)。空气泡上虽然附有矿物顆粒,它的比重还是小于水的比重,因此慢慢上升。至于脉石顆粒,由于它被水浸

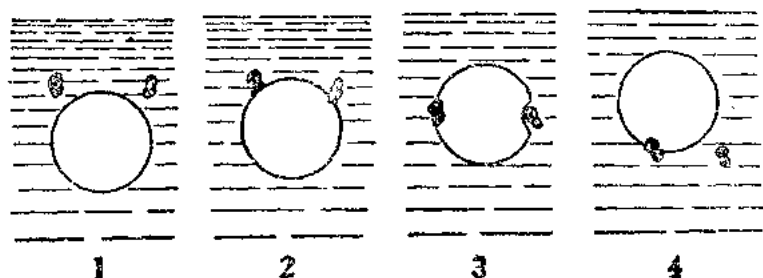


图 121 (1)、(2)、(3)、(4) 順次說明矿物顆粒(用黑斑表示)和脉石顆粒碰到空气泡时,矿物顆粒附着在空气泡上,脉石顆粒下沉的經過情形。

潤,当它碰到空气泡时,它和空气泡之間的水膜不会破裂,所以它不能附着在空气泡上,它本身的比重又大于水的比重,因而沉到水底。这样,矿物顆粒就跟脉石顆粒分开了。

78. 毛細現象 拿几根細玻璃管来,把它們的一端浸入裝在容器里的水里。可以看到,这些管子里的水面高出容器里的水面。管子的內徑越小,它里面的水面也越高(图 122)。如果把這些細玻璃管浸入裝在容器里的水銀里,所发生的現象正好相反,管里的水銀面要比容器里的水銀面低些。管子的內徑越小,它里面的水銀面就越低(图 123)。

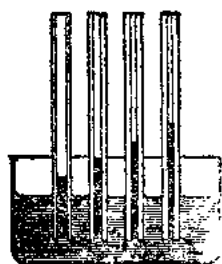


图 122 液体能够浸润毛细管的内壁时,管里的液面就比容器里的液面高

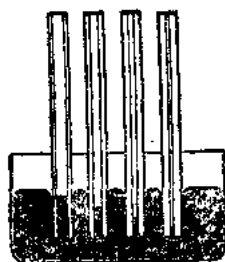


图 123 液体不能浸润毛细管的内壁时,管里的液面就比容器里的液面低

象这样浸润液体在毛细管里升高的现象和不浸润液体在毛细管里降低的现象,就叫做毛细现象。能够发生毛细现象的管叫做毛细管。

浸润液体为什么能在毛细管内上升呢?原来,浸润液体跟毛细管的内壁接触的附着层里既然存在着排斥力,这个排斥力就使附着层内的液体沿着管壁上升。这部分液体上升又引起了液面的弯曲,使液体表面变大。但由于表面层的表面张力的收缩作用,管内液体也就随着上升,以减少液面的面积。到表面张力的向上的拉引作用跟管内升高的液柱的重量相等的时候,管内的液体就停止上升,达到平衡。

利用同样的分析,我们也可以解释不浸润液体在毛细管内的下降现象。

浸润液体在毛细管内上升的高度等于多少呢?我们可以利用图 124 来研究这个问题,这个图表示放大的浸在液体里的毛细管。

前面已经说过,当毛细管里的浸润液体保持平衡的时候,表面