

表面张力趣味实验

1、实验沿革

这个实验是自学物理实验典型实验，由于这个实验有产生许多有趣现象，并要求分析。所以深受学生欢迎，所以保留至今。

2、实验目的

通过本实验中浸润与不浸润现象对水的表面张力有半定量的认识，并有进一步了解，提高分析问题与解决问题能力。

3、实验原理

液体表面层内分子力的作用存在一定张力称为表面张力，由于硬币（固体）与水（液体）分子间的吸引力小于液体分子间的吸引力所以水不会在硬币表面上扩展，硬币比水的表面低（约一个分币厚度）这时在垂直方向上受到三个力、重力 G 铅垂方向分量，浮力 F ，表面张力分力，所以硬币不下沉，而，排开水的体积应大于硬币体积，而不是硬币体积。

4、预习要求及质疑题

(1) 参阅 贾玉润 等编著的《大学物理实验》第四章实验 H-1。

(2) 质疑

- ① 有的同学会产生 $F_{浮} + F_{表} \leq F_{重}$ ，为什么？
- ② 如何使硬币浮在水面，注意问题是什么？

5、实验步骤及每一步的注意事项

- 1) 小心将硬币放在大烧杯中的水面上，使硬币浮于水面。（注意：不要让硬币的上表面浸湿。）
- 2) 稍为扰动一下水面，硬币可在水面漂动，但它总是停留在中间；如果在烧杯中加水直到将要溢出时，你将发现硬币却总是停在边缘了。
- 3) 将一根洗干净的玻璃管插入水中，逐渐靠近浮水硬币，硬币象害怕它似地逃离玻璃管而去，玻璃管难以与它接近。
- 4) 以一支蜡烛代替上述玻璃管，重复上述实验。**奇怪！硬币不仅不逃，反而向蜡烛亲近，直至碰在一起。**
- 5) 将酒精滴在硬币边缘外的水面上，硬币向远离酒精的方向移动。解释这一现象，是否酒精下落的动能使硬币被推开？用什么方法证明？（提示可滴水）
- 6) 在水上漂浮两枚硬币，当它们相距 1cm 左右时，你将观察到两浮水硬币相互靠拢，直至碰在一起。如果两枚硬币相距较远，情况如何？为什么？
- 7) 分别测出浮水硬币所受的力（包括浮力、表面张力、重力等）。记入表 1 中：

6、实验操作的评分标准

- (1) 实验态度与质疑（1 分）。
- (2) 实验操作，游标卡尺、千分尺，物理天平使用情况（3 分）。
- (3) 分析与仪器等整理（1 分）。

7、实验仪器、材料、易耗品的名称、规格、数量（见实验管理卡）。

8、实验仪器的说明书。

9、典型结果及分析（测量数据或计算）。

烧杯内水不满，硬币停中间。这主要与水面有关。

水满硬币停边缘。蜡烛与硬币相吸，玻璃管与硬币相斥。这与水的浸润与不浸润有关，

用受力分析，因蜡烛对水不浸润而玻璃管对水浸润，因硬币两边受力不均匀（ $F_{左} < F_{右}$ ）。

硬币将向未滴酒精水面移动，因水的表面张力大于酒精表面张力。

硬币将向蜡烛移动而远离玻璃管，

两浮水硬币靠拢，因两硬币中间水面比硬币另一面低，所以表面张力受力不均匀，硬币靠拢，可用带电有机玻璃棒放在合拢硬币上方，硬币立即分开。同号相斥。

表 1

分币面值	1	2	5	10	50	100
质量 $m(\times 10^{-3}\text{kg})$	0.66	1.04	1.62	2.18	3.82	6.04
直径 $d(\times 10^{-2}\text{m})$	1.81	2.08	2.38	2.25	2.05	2.51
厚度 $h(\times 10^{-3}\text{m})$	1.38	1.60	1.80	2.40	1.68	1.80
面积 $S(\times 10^{-4}\text{m}^2)$	2.57	3.40	4.45	3.98	3.30	4.95

$$F_{张} = \sigma l$$

$$F_{浮} = \pi r^2 \cdot h \cdot D \cdot g = S \cdot h \cdot D \cdot g$$

l 为硬币周长 S 为硬币面积 h 为硬币厚度 D 为水的密度 $\sigma = 72.6$ 达因/厘米
 r 为硬币半径 g 为重力加速度 $g = 9.8 \text{ N}\cdot\text{Kg}^{-1}$

表 2

分币面值	1	2	5	10	50	100
$G(\times 10^{-3}\text{N})$	6.47	10.02	15.88	21.36	37.44	59.2
$F_{张}(\times 10^{-3}\text{N})$	2.10×2	2.45×2	$2.80 \times$	57.4	2.41×2	2.95×2
$F_{浮}(\times 10^{-3}\text{N})$	3.48	5.33	4.43	9.35	5.43	8.73
$F_{张} + F_{浮}(\times 10^{-3}\text{N})$	5.58	7.78	10.65	14.15	0.25	11.68
$\Delta F(\times 10^{-3}\text{N})$	0.89	2.24	5.23	9.31	17.6	47.52
$\frac{e'}{e}$	1.86	1.88	2.02	2.29	6.89	6.78
e'	2.57	3.01	3.64	5.50	11.58	12.20

$$F_{浮} = S \cdot h \cdot D \cdot g$$

$$F'_{浮} = S \cdot h' \cdot D \cdot g$$

$$\Delta F = G - (F_{张} + F_{浮})$$

从表 2 中看出 $G > F_{张} + F_{浮}$ ，分币应下沉，但实际分币并不下沉，仔细观察浮在水面上硬币后发现分币在水的表面以下，所以 $F_{浮}$ 应重新计算，即分币排开水的体积高度不是分币厚度 e 而应是分币下表面到水面的距离 e' ，从表中看出（1 分—1 角） e' 应为 e 二倍左右（与实际基本符合），如图 1。分币面值越大，下凹越大，但下凹超过两倍后，分币四周水会溢过分币上表面，由于 $G > F'_{浮}$ ，所以分币很快下沉，面值 1 元硬币不可能浮在水面上（从表 2 中看出），而 1 角硬币也很难浮在水面上。

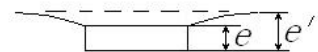


图 1

细玻璃管内径用读数显微镜或游标卡尺测量，

表 3 各种液体表面张力系数的测量

	自来水（常温下）	洗洁精液	肥皂水	自来水（高温下）
表面张力系数 $\alpha / \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$	73.3	41.4	19.1	67.1

注：细玻璃管内径也可用游标卡尺，在放大镜下测量。细玻璃管内径在不同地方多测几个求平均。常温下测量自来水参数：细玻璃管内径 1.30mm，水柱高度 23.0 mm， $g = 9.8 / \text{N}\cdot\text{Kg}^{-1}$ 。洗洁精液与肥皂水表面张力系数与浓度有关，深入研究时应标出条件。高温下自来水表面张力

系数也应标出温度条件.

10、实验报告与实验操作评分标准

实验操作

- (1) 预习与质疑 (1分)。
- (2) 实验效果 (3分)。
- (3) 分析与整理 (1分)

实验报告

- (4) 实验装置图 (1分)。
- (5) 实验现象、分析 (3分)。
- (6) 思考题与讨论 (1分)。

11、思考题答案

1. 表面张力与浮力
2. 排开水的体积不是硬币的体积，要大于硬币的体积。
3. 略
4. 考虑表面张力变化
5. 变小
6. 受力分析，角度变化，分力变化

12、学生易出现的错误及解决办法

13、仪器易出现的问题及解决办法

14、历届考试及答案汇总

15、提高实验

16、参考书或参考资料

实验管理卡

实验名称	硬币在水面上沉浮的条件是什么			实验代号	M-3
实验人数	2	实验时数	3	现有套数	3
仪器设备					
名称	型号		规格	数量	
电子天平				1个	
千分尺			0-25mm 0.01mm	1把	
游标卡尺			0-1500mm	1把	
材料及易耗品					
名称	规格			数量	
硬币、烧杯	400ml, 1分, 2分, 5分, 1角, 5角, 1元			各1个	