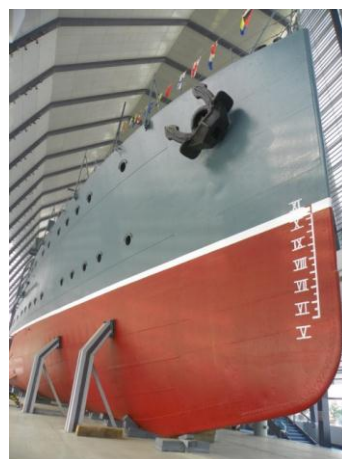


2017 秋季第一讲-浮力的基础提高预习资料

【开篇小故事】

1、轮船上的生命之线——“吃水线”

你知道吗,每艘海轮的船舷上都画有一条“吃水线”,有的远洋轮上甚至画有五条吃水线.可不要小看这些线.它们可是轮船上的生命之线.它的由来还有个故事呢.



19 世纪,世界各沿海国家的船运业都得到空前发展,传统的海上强国,大英帝国的船运业发展得尤为迅猛。商人们为了谋求利润最大化,常常置船员们的生命安全于不顾,强迫船员们将船装得满满的,每年的失事船只因此也起越来越多。仅在 1873 年到 1874 年期间,就有 411 艘船只沉没在大不列颠周边海域,506 人被夺去了宝贵的生命。这各愈演愈烈的糟糕善令许多有识之士关注和忧心。塞缪尔·普利姆索尔就是其中一位。

作为商人,普利姆索尔自然洞悉商人们追求利润最大化的本性,作为一名正直的会议议员,他深为遇难船员和失事船只逐年递增忧心忡忡,对商人们的利欲熏心的不义行为深恶痛绝。他决心做一些事情来改变令人痛心的状况。对航运并不熟悉的普利姆索尔花费了大量时间和精力着手研究起来,最终他找到了一个令他兴奋不已的有效增强船运安全的方法。这方法就是根据不同的季节和水域,通过科学的计算,在船只上标一条“安全线”,以限定船只的最大装载量,按照普利姆索尔的打算,他要竭尽全能促使政府通过一项法令,严令大英帝国的每一艘船都画上这样一条线,一旦水位超过这条线,无论船上装载着多么赢利的物品中,都必须卸载下来,直至恢复到警示线以下。

无疑,这是一个睿智而高效的减少航运事故的好方法,然而,让普利姆索尔没有料到的是,他刚刚向议会提出这一方案,便遭到了众多商人和部分政府官员的强烈反对,他们想尽一切办法来阻挠这一方案的实施。普利姆索尔开始了他艰苦异常的抗争之旅,当他当着众多反对“安全线”的议员的面,狠狠掴了闹得最凶的议员迪斯雷利一记响亮的耳光之后,便是向世人宣布了他决不向那些置船员生命安全于不顾的人妥协的决心。

经过漫长的努力,普利姆索尔终于使英国国会通过了自己的提案,并将船只安全线命名为“普利姆尔索线”。之后的若干年,世界各国都陆陆续续地采用了“普利姆索尔线”。

只是有的国家将这条线叫做“吃水线”，有的叫做“载重线”，但是，世界各国的船员们都称这条线为“生命线”，他们亲切地称普利姆索尔为“船员之友”。

普利姆索尔线是一条名副其实的生命线，自从采用普利姆索尔线后，因为超载而导致船只失事和船殒命的不幸事件骤减，船员的生命安全得到有效保障。

远洋轮船船体上有几条“吃水线”，第一条在淡水中；第二条在夏季的海水中；第三条在冬季的海水中。如何用物理知识解释远洋轮船船体上的吃水线排列的高低呢？

船漂浮在水上，可得： $G = F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$ ， G 不变，所以 $F_{\text{浮}}$ 不变，当 $\rho_{\text{液}}$ 变大时， $V_{\text{排}}$ 变小，吃水较浅。

淡水密度较低，船吃水较深；夏季的海水溶解度增高、密度大，船吃水较浅；冬季有盐析出，密度较夏季来说较小。

2、密度计的工作原理

密度计是可以用来直接测量液体的密度的，而不需要公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 。让我们一起看看它的工作原理吧。

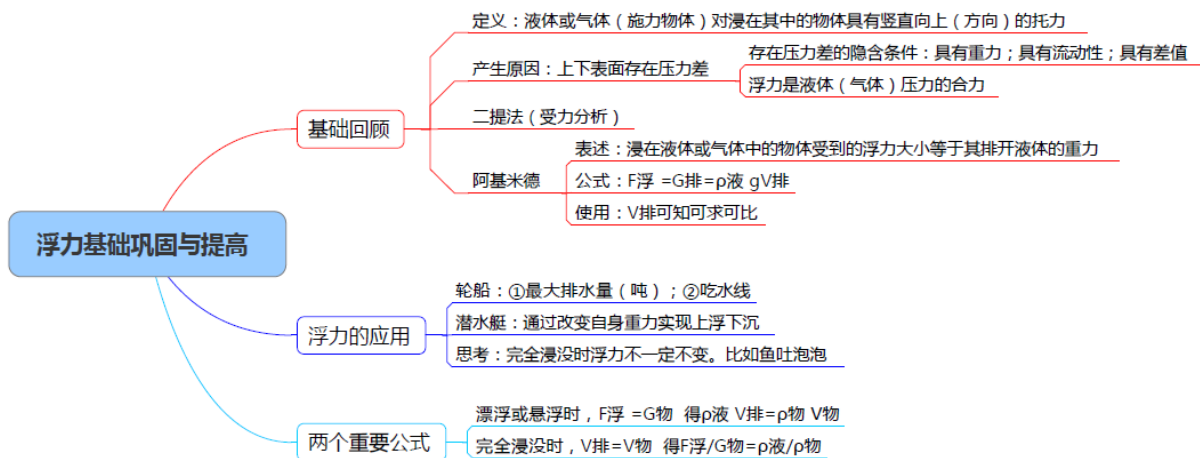


图1 玻璃比重计



密度计根据重力和浮力平衡的变化上浮或下沉。一个功能完好的密度计仅能处于漂浮状态。平衡的时候，其受的重力大小等于浮力。因为密度计的重力没有发生变化，其排开液体的重力相同。用公式表示： $G = F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$ ，当液体密度大时， $V_{\text{排}}$ 就小，所以密度计的读数是下大上小，密度计底部的铁砂或铅粒是用来保持平衡的。

【知识点】



1. 定义

液体（或气体）对浸在其中的物体的竖直向上的托力。

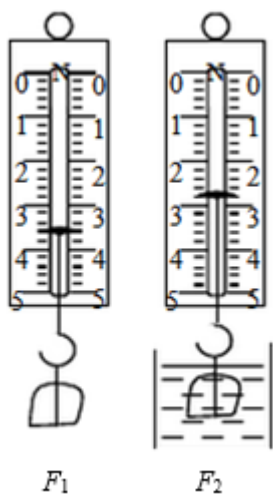
2. 产生原因

液体（或气体）对浸在其中的物体的向上和向下的压力差， $F_{\text{浮}} = F_{\text{向上}} - F_{\text{向下}}$

应用：（1）求浮力。

（2）求物体上表面或下表面受到液体的压力。

3. 测量方法



由受力分析得， $F_{\text{浮}} = F_1 - F_2$

4. 阿基米德原理

(1) 内容：浸在液体中的物体受到液体竖直向上的浮力，浮力的大小等于物体排开液体所受到的重力。

(2) 原理式： $F_{\text{浮}} = G_{\text{排液}}$ ；推导式： $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$

5. 沉浮条件

(1) 等量条件：

漂浮或悬浮时， $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}$

浸没时， $V_{\text{排}} = V_{\text{物}}$ ，进而 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{物}}$

(2) 判断物体沉浮状态

① 受力比较法：

$F_{\text{浮}} > G_{\text{物}}$ ，物体上浮； $F_{\text{浮}} < G_{\text{物}}$ ，物体下沉； $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}$ ，物体悬浮。

② 密度比较法：

$\rho_{\text{液}} > \rho_{\text{物}}$ ，物体上浮； $\rho_{\text{液}} < \rho_{\text{物}}$ ，物体下沉； $\rho_{\text{液}} = \rho_{\text{物}}$ ，物体悬浮。

6. 浮力实验题基本类型

(1) 探究影响浮力大小的因素

(2) 验证阿基米德原理

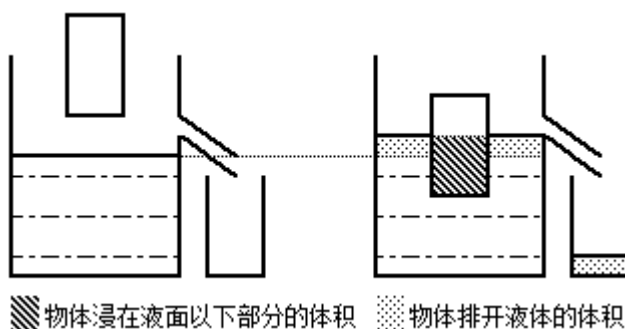
(3) 利用浮力测量密度

【例题赏析】

【例1】某物体重为 0.5N，把它放在盛有水的烧杯中，溢出重为 0.3N 的水，则它受到的浮力（ ）

- A. 一定为 0.3N
C. 一定为 0.5N

- B. 可能为 0.2N
D. 可能为 0.4N



题中告诉我们烧杯中“盛水”，也就是包含“盛满水”和“盛水未滿”这两种情况，所以受到的浮力应该 $0.3N \leq F_{\text{浮}} \leq 0.5N$ ，故选D

【例2解析】考察对沉浮状态和阿基米德原理的组合应用问题，是浮力的重难点，要求学生熟练掌握漂浮状态两个重要等量关系之一：漂浮， $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}$ 。

冰漂浮， $F_{\text{浮}} = G_{\text{冰}}$ ，其中， $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{水}} g V_{\text{排}}$ ， $G_{\text{物}} = \rho_{\text{冰}} g V_{\text{冰}}$ ；

$$\text{即 } \rho_{\text{水}} g V_{\text{排}} = \rho_{\text{冰}} g V_{\text{冰}} \dots\dots\dots ①$$

$$\text{由题中条件可知，} V_{\text{冰}} - V_{\text{排}} = 100 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots ②$$

$$② \text{ 代入 } ①, \text{ 解得 } V_{\text{冰}} = 1000 \text{ cm}^3。$$

$$\text{故 } G_{\text{冰}} = \rho_{\text{冰}} g V_{\text{冰}} = 0.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} \times 100 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 9 \text{ N}。$$

$$\text{如果学生对漂浮状态理解更为深刻，那么可以直接知道 } \frac{V_{\text{排}}}{V_{\text{冰}}} = \frac{\rho_{\text{冰}}}{\rho_{\text{水}}} = 0.9，$$

$$\text{又 } V_{\text{冰}} - V_{\text{排}} = 100 \text{ cm}^3，\text{ 口算得 } V_{\text{冰}} = 1000 \text{ cm}^3，\text{ 进而得到 } G_{\text{冰}} = 9 \text{ N}。$$

【例3解析】回顾暑期，对浮力测量的迁移应用，同时考察阿基米德原理。

$$\text{对铁桶进行受力分析，} F_1 = F_{\text{浮1}} - G_{\text{桶}}；$$

$$\text{对铁球进行受力分析，} F_2 = F_{\text{浮2}} - G_{\text{球}}；$$

题中已知铁桶和铁球质量相等，则 $G_{\text{桶}} = G_{\text{球}}$ ；

同时，由于都是铁制成的，密度相同，可知体积也相等， $F_{\text{浮1}} = F_{\text{浮2}}$ ；

故 $F_1 = F_2$ ，选B

【例4解析】考察物体受力分析，对浮力测量的迁移应用记忆阿基米德原理。

$$\text{对铜球进行受力分析，} F_{\text{拉1}} = G_{\text{铜}} - F_{\text{浮1}} = (\rho_{\text{铜}} - \rho_{\text{水}}) g V_{\text{铜}} \dots\dots\dots ①；$$

$$\text{对铁球进行受力分析，} F_{\text{拉2}} = G_{\text{铁}} - F_{\text{浮2}} = (\rho_{\text{铁}} - \rho_{\text{水}}) g V_{\text{铁}} \dots\dots\dots ②；$$

$$\text{对铝球进行受力分析，} F_{\text{拉3}} = G_{\text{铝}} - F_{\text{浮3}} = (\rho_{\text{铝}} - \rho_{\text{水}}) g V_{\text{铝}} \dots\dots\dots ③；$$

$$\text{因为 } \rho_{\text{铜}} > \rho_{\text{铁}} > \rho_{\text{铝}}，\text{ 所以 } (\rho_{\text{铜}} - \rho_{\text{水}}) > (\rho_{\text{铁}} - \rho_{\text{水}}) > (\rho_{\text{铝}} - \rho_{\text{水}})；$$

$$\text{又因为题中已知 } F_{\text{拉1}} = F_{\text{拉2}} = F_{\text{拉3}}，\text{ 所以 } V_{\text{铜}} < V_{\text{铁}} < V_{\text{铝}}；$$

$$\text{进而应用阿基米德原理，推知 } F_{\text{浮1}} < F_{\text{浮2}} < F_{\text{浮3}}；$$

结合①②③，可知 $G_{\text{铜}} < G_{\text{铁}} < G_{\text{铝}}$ ， $m_{\text{铜}} < m_{\text{铁}} < m_{\text{铝}}$ 故选 D

【例 5 解析】回顾暑期，考察阿基米德原理和沉浮条件的综合应用。

A，若两球均沉底， $V_{\text{排}} = V_{\text{物}}$ ， $F_{\text{浮}a} : F_{\text{浮}b} = V_a : V_b = 1:2$ ；

B，若两球均漂浮，浮力等于重力， $F_{\text{浮}a} : F_{\text{浮}b} = G_a : G_b = \rho_a g V_a : \rho_b g V_b = 2:3$ ；

C，若 a 球下沉，b 球漂浮， $F_{\text{浮}a} : F_{\text{浮}b} = F_{\text{浮}a} : G_b = \rho_{\text{水}} g V_a : \rho_b g V_b = \rho_{\text{水}} : 2\rho_b$ ；

D， $\rho_a > \rho_b$ ，若 a 漂浮，则 $\rho_{\text{水}} > \rho_a$ ，则 $\rho_{\text{水}} > \rho_b$ ，b 球也应该漂浮，故 D 选项不可能发生；故选 B