

恒来间接验证牛顿第三定律.一般的力学书上是通过牛顿第二定律和牛顿第三定律导出动量守恒定律的.事实上,动量守恒定律是根据大量的实验事实总结出来的一条独立的定律,本质上并不能够从已有的理论导出来,实际情况与我们以前的认识恰恰相反,不是动量守恒定律可以由牛顿第二定律和第三定律导出,而是牛顿第二定律和牛顿第三定律是动量守恒定律的必然结果!动量守恒定律显然是包容了前两条定律.动量守恒定律是普遍的,而牛顿定律并不普遍.(只适合宏观低速条件)

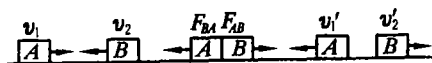


图2

如图2, A、B 两个物体相互作用, 因为力的作用总是相互的, 不存在单独的施力物体和单独的受力物体, 当然也就不存在单独的作用力和单独的反作用力. 因此, 作用力与反作用力总是同时存在, 同时消失, 即 $t_{AB} = t_{BA}$.

根据牛顿第二定律的微分表达式有:

$$F_{AB} = \frac{dp_B}{dt_{AB}}, F_{BA} = \frac{dp_A}{dt_{BA}}$$

因为 $t_{AB} = t_{BA}$, 因此, 如果 $F_{AB} = -F_{BA}$, 则 $\frac{dp_B}{dt_{AB}} = -$

$\frac{dp_A}{dt_{BA}}$, 令 $t_{AB} = t_{BA} = t$, 有

$$\frac{dp_A}{dt} = -\frac{dp_B}{dt}, \frac{d(p_A + p_B)}{dt} = 0,$$

$$p_A + p_B = \text{常数 } C.$$

因此, 如果实验表明碰撞前后的总动量恒定不变, 那就间接地证明了牛顿第三定律! 这是研究或验证牛顿第三定律的一种行之有效的办法. 它既不致使我们陷入到底是验证旧的理论? 还是发现了一条新的定律的混乱之中, 也不会使我们陷入逻辑上的循环论证! 更有利于理解为什么动量守恒定律是普遍的.

附: 牛顿在作出第三定律发现时, 实际上也是根据碰撞前后的动量变化是否相等来得出的. 并不是简单地用弹簧秤得出. 这点在他的《自然哲学的数学原理》中就提到, 虽然那时动量守恒的概念尚未得出.

(收稿日期: 1997-11-10)

风供给帆船的最大功率

高彭道

(镇江四中, 江苏 212001)

本刊1998年第3期所刊高中物理综合测试卷第19题: 一帆船在静水中顺风航行, 风速为 v_0 , 则船速 $v = \underline{\hspace{1cm}}$ 时(用 v_0 表示), 风供给帆船的功率最大?(设风垂直吹向帆面, 且吹在帆面后的速度与帆面相同).

设帆受风面积为 S , 空气密度为 ρ , 则每秒钟作用于帆的空气体积与空气质量分别为

$$V = S(v_0 - v),$$

$$m = \rho S(v_0 - v).$$

空气受到帆的平均作用力为

$$F' = m\Delta v = \rho S(v_0 - v)(v - v_0). \text{ (与 } v_0 \text{ 反向)}$$

风帆受到空气的作用力为 F' 的反作用力

$$F = -F' = \rho S(v_0 - v)^2.$$

风帆得到的功率

$$P = Fv = \rho S(v_0 - v)^2 \cdot v = \frac{1}{2} \rho S(v_0 - v)^2 (2v).$$

因为 $(v_0 - v)$ 与 $(2v)$ 全为正数, 且

$$(v_0 - v) + (v_0 - v) + 2v = 2v_0 = \text{恒量},$$

所以三个正数相等时, 积最大.

此时由 $(v_0 - v) = 2v$, 得 $v = \frac{v_0}{3}$ 时 P 有极值,

$$P_m = \frac{4}{27} \rho S v_0^3.$$

原答案为 $v = \frac{v_0}{2}$, 这答案的出现可能被每秒作用于风帆的空气质量与船速无关所误. 如果是这样, 则 $P = Fv = m(v_0 - v)v$.

因为 $(v_0 - v) + v = \text{恒量}$, 所以 $v_0 - v = v$ 即

$v = \frac{v_0}{2}$ 时 P 有极值.

(收稿日期: 1998-04-09)