

例谈交通中的力学知识

邵淑芬

(佛山市华材职业高级中学 广东 528000)

在物理教学中,结合专业中的物理问题作为实例进行分析,既能提高学生物理学习的兴趣,增强学习动力,又有利于培养和提高他们应用物理知识分析和解决实际问题的意识和能力;使学生既看到物理原理的实用性,又弥补教材不足,更新教学内容,有利于拓展学生视野,促进了学生知识、能力、素质的综合提高。

一、制动标准

1. 加速度

例1 两辆摩托车时速每小时20公里,相向而行发生碰撞,碰撞时间是1毫秒。求摩托车产生加速度。

解: $a = (v - v_0)/t = [0 - (20/3.6)]/0.001 = -5600\text{m/s}^2$

西方交通管理部门为了交通安全,特制定了死亡加速度 $500g$ 这一数值,以醒世人。

2. 反应时间行驶距离

例2 汽车以每小时60km速度行驶,驾驶员发现前方危险情况,从视觉感受到踏制动踏板的过程,这段反应时间假定为0.75s,求汽车仍以原速度行进多少米?

解: $s = vt = (60/3.6) \times 0.75 = 12.5\text{m}$

3. 制动距离

例3 一辆大货车以50km/h的速度,在干燥的沥青路上行驶,驾驶员发现前方险情,采取紧急制动措施,求其制动印迹距离是多少米?(道路附着系数 ϕ 是0.6)

解: $s = v^2/(2g\phi) = (50/3.6)^2/(2 \times 9.8 \times 0.6) = 16.4\text{m}$

根据不同车速,已知制动加速度的值时,计算制动印迹的距离。

例4 车速是96km/h,已知制动加速度 a 的值是0.8时,计算制动印迹的距离。

解: $s = v^2/(2ga) = (96/3.6)^2/(2 \times 9.8 \times 0.8) = 45.35\text{m}$

4. 制动前的速度

例5 现场沥青路面上遗留有23.61m长的制

动印迹,计算汽车在发生事故瞬间以每小时多少千米速度行驶。

解: $v = \sqrt{2g\phi s} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.6 \times 23.61} = 16.66\text{m/s} = 60\text{km/h}$

5. 行车安全距离

例6 为了安全,在公路上行驶汽车之间应保持必要的距离。已知某高速公路最高限速 $v = 120\text{km/h}$ 。假设前方车辆突然停止,后车司机从发现这一情况,经操纵刹车,到汽车开始减速所经历时间(反应时间) $t = 0.5\text{s}$,刹车时汽车受到阻力大小 F 为汽车重力的0.4倍。该高速公路上汽车间的距离至少应为多少?

解: (1) 在反应时间内,汽车作匀速直线运动,行驶距离 s_1 为: $s_1 = vt_1 = (120/3.6) \times 0.5 = 16.7\text{m}$

(2) 刹车时加速度 a 为: $a = F/m = -0.4mg/m = -0.4g = -4\text{m/s}^2$

刹车时,汽车作匀减速直线运动,行驶距离 s_2 为: $s_2 = (v_i^2 - v_0^2)/2a = [0 - (120/3.6)^2]/[2 \times (-4)] = 138.9\text{m}$

(3) 安全距离(指车停下来后必须与前面车辆保持一定距离): $s_3 = 5 \sim 10\text{m}$

(4) 高速公路上汽车间的距离 s 为: $s = s_1 + s_2 + s_3 = 16.7 + 138.9 + 5 = 160.6\text{m}$

二、撞碎物体作抛物线运动

在车辆碰撞过程中由于剧烈的震动和较大加速度,车体上物体可能松脱并受惯性作用向车辆行驶方向飞出,作抛物线运动。

例7 某车辆碰撞后,前窗玻璃碎块散落地面,量得散落玻璃块平均水平距离 $x = 4\text{m}$,前窗平均高度 $h = 1.5\text{m}$ 。求碰撞时车速 v 为多大?

解: 根据散落玻璃作抛体运动特点 $h = gt^2/2$, $x = vt$ 得 $v = x \sqrt{g/2h} = 4 \times \sqrt{9.8/(2 \times 1.5)} = 7.3\text{m/s} = 26.3\text{km/h}$

三、重心的纵向位置

例8 一辆汽车重 $1.2 \times 10^4\text{N}$,使它的前轮压在地秤上,测得的结果为 $6.7 \times 10^3\text{N}$,汽车前后轮之间

现代物理知识

的距离是 2.7m。求汽车重心的位置。

解: 选汽车后轮与地面接触处为转动轴, 设重力 G 对转轴的力臂为 L , 地秤对前轮支持力 F 的力臂为 L' 。根据力矩平衡方程 $FL' = GL$ 得: $L = FL'/G = 6.7 \times 10^3 \times 2.7 / (1.2 \times 10^4) = 1.5\text{m}$

四、转弯问题

1. 转弯速度

汽车转弯速度受转弯半径制约, 转弯半径 R 的极限转弯速度为: $v_{\max} = \sqrt{\mu g R}$

例 9 一辆 $m = 2.0 \times 10^3\text{kg}$ 的汽车在水平公路上行驶, 经过半径 $r = 50\text{m}$ 的弯路时, 如果车速 $v = 72\text{km/h}$, 这辆汽车会不会发生侧滑? 已知轮胎与路面最大静摩擦力 $F_{\max} = 1.4 \times 10^4\text{N}$ 。

解: 根据向心力公式得 $F = mv^2/r = 2 \times 10^3 \times (72/3.6)^2/50 = 1.6 \times 10^4\text{N}$

由于 $F_{\max} < F_{\text{向}}$, 会发生离心运动, 汽车会侧滑。

例 10 汽车以速度行驶, 驾驶员突然发现前方有一条横沟, 为了避免事故, 驾驶员应该刹车还是转弯好?

解: 无论刹车还是转弯, 都是为了避免汽车驶入沟中, 刹车时地面的摩擦力使车减速, 转弯时摩擦力则使车速改变方向。

刹车时: $\mu mg = ma$, 刹车距离为: $s = v^2/2a = v^2/2\mu g$

转弯时: $\mu mg = mv^2/r$, 转弯半径为: $r = v^2/\mu g$

因为 $r > s$, 所以刹车更易避免事故

2. 倾斜的角度

摩托车转向是靠人和车一起倾斜, 使重力和离心力对着地点的力矩平衡, 达到转向的目的。摩托车向内侧倾斜 θ 角, 离心力 F 对轮胎着地点的力矩企图使车向外侧翻倒, 重力 G 对轮胎着地点的力矩企图使车向内侧翻倒, 两者平衡时, 重力 G 和离心力 F 的合力正好通过着地点 (合力矩等于零)。此时 θ 角满足: $\tan \theta = F/G = (mv^2/R)/G = v^2/(gR)$

例 11 某赛车以 100km/h 的速度沿半径为 $R = 100\text{m}$ 的弯道行驶, 求转弯时赛车向内倾斜角。

解: $\tan \theta = v^2/(gR) = (100/3.6)^2/(9.8 \times 100) = 0.79$, 则 $\theta = 38.2^\circ$

五、车轮的角速度

例 12 汽车前进时, 车轮的轮边缘相对于车轴作圆周运动, 当车速是 22.2m/s 时, 轮边缘的线速度也是 22.2m/s , 已知“情景问题”图中那辆车的高度是 1.4m , 请用刻度尺估算出车轮的角速度。

解: 按比例可知车轮直径约为 0.6m , 半径 $r = 0.3\text{m}$, 则 $\omega = v/r = 22.2/0.3 = 74\text{rad/s}$

六、发动机

汽车发动机是全车能量的总来源, 它通过燃油燃烧, 将汽油的化学能转化为其他形式的能。

例 13 某国产汽车最大功率是 92kW , 最高时速是 195km/h , 它的最大牵引力有多大?

解: 根据 $P = Fv$ 可得, $F = P/v = 92 \times 10^3 / (195/3.6) = 1697\text{N}$

七、安全气囊

工作原理: 在发生足够严重的前碰撞或近似前碰撞事故时, 车上的探测碰撞点火装置主动将突然减速信号, 传递给气体发生器的引爆装置, 使相关物质 (氮气固态粒子) 生成氮气, 在乘员前方气囊充气, 充满气囊所用时间不到 0.05 秒。它就可以保护乘员减少其与车内物相碰的可能性, 更均匀地分散头、胸的碰撞力, 吸收乘员的运动能量, 从而起到补充安全带效果的作用。

例 14 若汽车以 80km/h 的速度发生撞车, 人由于气囊作用而在撞车后的 $120\text{ms} \sim 150\text{ms}$ 时速度减为零。请估算气囊在撞车时对一个成年人的平均作用力? (假定人的体重 60kg)

解: 根据动量定理 $Ft = m(v - v_0)$ 得: $F = m(v - v_0)/t = 60 \times (0 - 80/3.6) / 0.12 = -1.1 \times 10^4\text{N}$

八、碰撞的速度

碰撞是在工程和日常生活中遇到普遍现象, 是汽车交通事故中最主要的类型。碰撞特点是作用时间短和碰撞力大, 容易使物体产生变形, 从而造成对人的伤害。

例 15 A、B 两车正面碰撞后, 按 A 车前进方向滑行。A 车滑了 $s_1 = 4\text{m}$, B 车滑了 $s_2 = 4.5\text{m}$ 。路面附着系数 ϕ 为 0.5 。A 车重 $G_1 = 12\text{kN}$, 塑性变形深度为 $x_1 = 0.35\text{m}$ 。B 车重 $G_2 = 11\text{kN}$, 塑性变形深度为 $x_2 = 0.4\text{m}$ 。求两车碰撞前的速度。

解: 根据滑行距离可得出碰撞后速度分别为: $v_1 = \sqrt{2g\phi s_1} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.5 \times 4} = 6.26\text{m/s}$, $v_2 = \sqrt{2g\phi s_2} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.5 \times 4.5} = 6.64\text{m/s}$

根据动量守恒定律 $m_1 v_{10} + m_2 v_{20} = m_1 v_1 + m_2 v_2$, 两边乘重力加速度 g 得到动量守恒定律为: $m_1 g v_{10} + m_2 g v_{20} = m_1 g v_1 + m_2 g v_2$, 代入数据得: $12v_{10} + 11v_{20} = 12 \times 6.26 + 11 \times 6.64$

简化为: $12v_{10} + 11v_{20} = 4.82$

①

磁悬浮技术与磁悬浮列车

刘琳

(安徽冶金科技职业学院 马鞍山 243011)



随着上海磁悬浮线的全线开通,“磁悬浮”技术成为当前热点话题之一,并受到媒体的重视。磁悬浮列车的原理并不深奥。简单说是运用磁铁“同性相斥、异性相吸”的性质,使磁铁具有抗拒地心引力的能力,即“磁性悬浮”。科学家将“磁性悬浮”这种原理运用在铁路运输系统上,使列车完全脱离轨道而悬浮行驶,成为“无轮”列车,时速可达几百千米以上。跟飞机差不多了!这就是所谓的“磁悬浮列车”,亦称之为“磁垫车”。

一、“磁性悬浮”原理

磁悬浮技术的研究源于德国,早在1922年德国工程师赫尔曼·肯佩尔就提出了电磁悬浮原理,人们称之为磁悬浮之父,并于1934年申请了磁悬浮列车的专利。

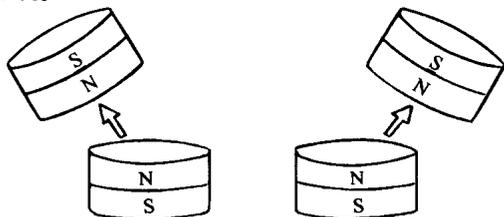


图1 同极性相互排斥

稍有物理知识的人都知道:把两块磁铁相同的一极靠近,它们就相互排斥,反之,把相反的一极靠近,它们就互相吸引。托起物体的神秘的悬浮力,其实就

是这两种吸引力与排斥力。斥力使物体悬浮不难理解(图1)。吸引力使物体悬浮是当物体向下的重力与向上电磁吸力平衡时,物体便处于悬浮状态(图2)。但是,利用一般的磁铁并不能把物体稳定地浮起。要是你将两块磁铁的N极相对,你会发现无法使一块磁铁稳定地浮在另一块上(图1)。所以,要把物体浮起并不如想像般简单。

二、磁悬浮技术的应用

磁悬浮技术主要应用在运载技术上。它不仅能够用于地面运载,也可以用于海上运载,还能用于垂直发射,美国就在试验用磁悬浮技术发射火箭。磁悬浮技术在直线驱动、低温超导、电力电子、计算机控制与信息技术、医疗等多个领域都有极重要的价值。概括地说,它是一种能带动众多高新技术发展的基础科学,又是一种具有极广泛前景的应用技术。

如利用磁悬浮技术可生产磁悬浮分子泵,用来产生洁净的高真空。轴承采用磁悬浮技术制成。它特点为无轴承磨损、抽速大、极限真空度高、可以任意角度安装、低噪音、低震动,高运行可靠性强、坚固耐用。类似产品还有磁悬浮轴承结构式电能表,磁悬浮天平。利用磁悬浮技术还可以做成各种商品的展示架,例如使手机、化妆品、工艺品等呈凌空悬

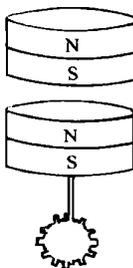


图2 异性相互吸引

一般车在碰撞时发生塑性变形,塑性变形深度 x 和有效碰撞速度关系是: $v_e = 29.25x$

A车有效碰撞速度是: $v_{e1} = 29.25x_1 = 29.25 \times 0.35 = 10.24$

$$\therefore v_{e1} = [m_2 / (m_1 + m_2)] (v_{10} - v_{20}) = [m_2 g / (m_1 g + m_2 g)] (v_{10} - v_{20})$$

$$\therefore 10.24 = [11 / (12 + 11)] (v_{10} - v_{20}) \quad (2)$$

联合①②式得

$$v_{10} = 16.68 \text{ m/s} = 60.1 \text{ km/h} \quad v_{20} = -4.73 \text{ m/s} = -17 \text{ km/h}$$

同理 B车有效碰撞速度是: $v_{e2} = 29.25x_2 = 29.25 \times 0.4 = 11.7$

$$\therefore v_{e2} = [m \sqrt{(m_1 + m_2)}] (v_{10} - v_{20}) = [m_1 g / (m_1 g + m_2 g)] (v_{10} - v_{20})$$

$$\therefore 11.7 = [12 / (12 + 11)] (v_{10} - v_{20}) \quad (3)$$

联合①③式得

$$v_{10} = 17.2 \text{ m/s} = 61.8 \text{ km/h} \quad v_{20} = -5.2 \text{ m/s} = -18.8 \text{ km/h}$$

则碰撞前A、B车速度分别为:

$$v_{10} = 60 \sim 62 \text{ km/h} \quad v_{20} = -17 \sim -19 \text{ km/h}$$