

# 高中物理讲义

学生: 谢 教师: 马祥云

April 29, 2024

## Contents

|     |                |   |
|-----|----------------|---|
| 1   | 半期试卷结构         | 2 |
| 1.1 | 考纲分布 . . . . . | 2 |

# 1 半期试卷结构

## 1.1 考纲分布

- 科学常识 (单选 4 分):

1. 亚里士多德认为物体下落的快慢与它的轻重 (质量) 有关, 这种观念是错误的  
亚里士多德 (公元前 384 ~ 322 年) 提出过许多错误的观点和理论, 但是我们应该辩证地看待, 保持尊重
2. 伽利略通过比萨斜塔实验, 论证了自由落体的物体下落快慢与轻重 (质量) 无关
3. 伽利略的斜面滑块实验论证了小球的匀加速运动的大小与斜面倾斜程度无关
4. 牛顿三定律:
  - 第一定律 (惯性定律):  $F = 0 \implies$  物体保持静止或匀速运动
  - 第二定律 (运动定律):  $\vec{F} = m\vec{a}$
  - 第三定律 (作用与反作用定律):  $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$  力是成对存在的, 大小相等方向相反
5. 平行四边形定则: 保持匀速或静止的物体, 力的合成为零向量  $\vec{0}$
6. 托勒密地心说: 地球是宇宙的中心, 是静止的, 太阳和月亮以及其他星体围绕地球转
7. 哥白尼日心说: 太阳是宇宙的中心, 地球和其他行星围绕太阳转
8. 第谷: 精确的天文数据为日后开普勒的行星运动定律的发现提供了重要的观测依据
9. 开普勒行星运动定律:
  - 第一定律 (椭圆轨道定律): 运动的轨道是椭圆, 太阳位于椭圆的一个焦点上
  - 第二定律 (面积定律): 行星在相等时间内, 在轨道上扫过的面积相等
  - 第三定律 (调和定律):  $\frac{a^3}{T^2} = k$  其中  $a$  是轨道半长轴
10. 胡克等科学家: 行星绕太阳运动是因为受到了引力, 甚至证明了与距离的二次方成反比
11. 牛顿万有引力定律:  $\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
12. 卡文迪什通过扭秤实验测量了万有引力常量  $G = 6.67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 / kg^2$   
石英丝连接细杆, 两端放置等大质量球, 在两球附近放置两大质量球产生引力矩, 用光线反射法放大扭转  
 $\theta \propto \text{力矩} \implies k\theta = 2F_G L$  ( $k$  为比例系数需提前测量)
13. 亚当斯和勒维耶利用万有引力定律计算出了”新”行星的轨道
14. 伽勒和勒维耶发现了这颗行星, 后被命名为海王星
15. 哈雷利用万有引力预言了同一彗星的按时回归, 后被命名为”哈雷彗星”
16. 钱学森被誉为”中国航天之父”, 地球同步卫星的 (赤道) 轨道高度  $36000km$
17. 阿姆斯特朗: 人类登月第一人 杨利伟: 中国登月第一人

(单选) 检测: 下列选项中符合科学历史的常识是 ( )

- A. 托勒密提出了日心说否定了地心说
- B. 牛顿通过扭秤实验测量了引力常量  $G$
- C. 亚当斯和勒维耶利用万有引力定律计算出了一个”新”行星的轨道
- D. 第谷测量精确的天文数据为日后哈雷彗星的周期计算提供了重要的观测数据

答案: C

解析:

海王星的轨道计算, 和星球发现均有勒维耶的参与; 第谷的测量数据为开普勒的行星运动定律提供了重要的观测数据

• 运动分类 (单选 4 分):

- 自由落体: 仅受重力的竖直向下运动
- 平抛运动: 水平方向速度恒定, 竖直方向自由落体, 轨迹为**抛物线** (斜抛同样成立)
- 圆周运动: 围绕某点或轴沿着圆形轨道运动, 加速度指向圆心, 速度方向沿切线
- 曲线运动: 速度方向随时发生变化, 加速度方向不定, **曲率半径**描述轨迹弯曲程度
- 绕星运动: 引力作用下的运动, 椭圆或近似圆周轨道

(单选) 检测: 下列对物理现象的说明正确的是 ( )

- A. 运动员投出的篮球, 忽略空气阻力影响, 其运动轨迹是抛物线
- B. 陨石穿过大气层落到地面的过程是自由落体运动
- C. 地球围绕着太阳做严格的圆周运动
- D. 坐在匀速圆周运动的旋转木马上, 加速度的大小为 0

答案: A

解析:

无阻力的斜抛运动其轨迹也是抛物线; 穿过大气层时受到空气阻力, 非自由落体; 地球围绕太阳运动的轨道是椭圆近似圆周; 匀速圆周运动仍有加速度指向圆心

• 机械能守恒现象 (单选 4 分):

主要考察物体机械能的概念: **动能  $E_k$**  与 **重力势能  $E_g$** , 方法归纳:

- 有无摩擦力
- 有无弹簧的弹性势能变化
- 有无其他外力做功
- 碰撞, 绳子突然绷紧通常不守恒
- 整个过程仅有**动能与重力势能之间的能量转化**

(单选) 检测: ( )

- A. 从滑梯上匀速滑下的小朋友机械能守恒
- B. 被踢出的足球, 离开脚面后在空中的运动 (忽略空气阻力) 过程中足球机械能守恒
- C. 光滑平面上运动的物体碰撞另一物体后粘连运动, 两者组成的系统机械能守恒
- D. 自由落体的物体下落压缩一弹簧并向上弹的过程机械能守恒一直守恒

答案: B

解析: 滑梯有摩擦力; 碰撞没有特别说明通常机械能不守恒; 考虑始末状态机械能守恒, 但非一直保持机械能守恒, 弹簧具有弹性势能

• 万有引力

空着  
空着  
空着

• 功能关系

一、功 (Work)

(a) 定义: 力在物体位移的方向上产生作用 (标量)  $W = \vec{F} \cdot \vec{x} = Fx \cos \theta$ , 单位焦耳  $J$   
力对物体作用在空间上的累积的物理量

(b) 正负性与计算:

静摩擦力做功模型 (手握物体移动)

动摩擦力做功模型 (滑块不同速度滑上传送带; 滑块被挡住传送带正常运动不做功)

一对滑动摩擦力做功代数和小于 0 (内能损失)

一对静摩擦力做功代数和一定为 0 (无相对滑动无内能损失)

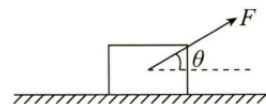
相互作用力做功情况一切皆有可能 (两人手握磁铁同极相对, 运动情况不同做功不同)

$$\begin{cases} \text{正功: } W > 0 & \text{(锐角)} \\ \text{负功: } W < 0 & \text{钝角} \\ \text{不做功: } W = 0 & \text{直角} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{直线运动} & Fx \cos \theta \\ \text{曲线运动} & Fx \end{cases}$$

检测:

如图所示, 质量  $m = 2 \text{ kg}$  的物体静止在水平地面上, 受到与水平面成  $\theta = 37^\circ$ 、大小  $F = 10 \text{ N}$  的拉力作用, 物体移动了  $l = 2 \text{ m}$ , 物体与地面间的动摩擦因数  $\mu = 0.3$ ,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ . 求:

- (1) 拉力  $F$  所做的功  $W_1$ ;
- (2) 摩擦力所做的功  $W_2$ ;
- (3) 重力所做的功  $W_3$ ;
- (4) 弹力所做的功  $W_4$ ;
- (5) 合力所做的功  $W$ .



答案:

$$(1) W_1 = 16J \quad (2) W_2 = -8.4J \quad (3) W_3 = 0 \quad (4) W_4 = 0 \quad (5) W = 7.6J$$

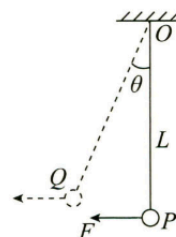
解析:

- (1)  $W_1 = Fl \cos \theta = 10 \times 2 \times \frac{4}{5} = 16J$
- (2)  $N = mg - F \sin \theta = 14N \quad f = -N\mu = -4.2N \quad W_2 = fl = -4.2 \times 2 = -8.4J$
- (3)  $W_3 = 0$
- (4)  $W_4 = 0$
- (5)  $F = F \cos \theta + f = 10 \times \frac{4}{5} - 4.2 = 3.8N \quad W = Fl = 3.8 \times 2 = 7.6J$

检测:

如图所示, 一质量为  $m$  的小球, 用长为  $L$  的轻绳悬挂于  $O$  点, 小球在水平力恒力  $F$  作用下, 从平衡位置  $P$  点很缓慢地移到  $Q$  点, 此时轻绳与竖直方向夹角为  $\theta$ , 则:

- (1) 拉力  $F$  所做的功为多少?
- (2) 重力做的功为多少?



答案:

$$(1) W_F = FL \sin \theta \quad (2) W_G = -mgL(1 - \cos \theta)$$

解析:

$$(1) W_F = Fx_F = FL \sin \theta$$

$$(2) W_G = -mgx_G = -mg(L - L \cos \theta) = -mgL(1 - \cos \theta)$$

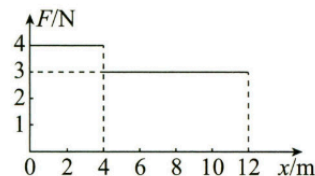
扩展:

$$(1) \text{ 绳子拉力 } T \text{ 所做的功 } W_T? \Rightarrow W_T = 0$$

$$(2) \text{ 若受到空气阻力 } f \text{ 大小不变, 试问 } W_f? \Rightarrow W_f = -f \times 2\pi L \times \frac{\theta}{2\pi} = -fL\theta$$

检测:

如图为一物体在水平力  $F$  作用下沿水平面运动 12 m 位移的  $F$ - $x$  图像, 求水平力  $F$  在这段位移内对物体所做的功.



答案:

$$W_F = 40 J$$

解析:

$$W_F = 4 \times 4 + 3 \times 8 = 16 + 24 = 40 J$$

扩展:

$$(1) 0 - 4m \text{ 内, } F = -4N \text{ 不变, } W_F? \Rightarrow W_F = -4 \times 4 + 3 \times 8 = -16 + 24 = 8 J$$

$$(2) \text{ 若 } F = kx \text{ (} k > 0 \text{), 试问当位移从 } 0 \text{ 到 } x_0, \text{ 整个过程 } W_F? \Rightarrow W_F = \frac{1}{2} kx_0^2$$

$$\Delta x = \frac{x_0}{n} \quad (n \rightarrow \infty) \quad x_i = i\Delta x \quad (i = 1, 2, 3 \cdots \infty)$$

$$\Delta W_i = F_i \Delta x = kx_i \Delta x \quad \sum_{i=1}^n \Delta W_i = k(x_1 + x_2 + x_3 \cdots x_n) \Delta x$$

$$W = k\Delta x(\Delta x + 2\Delta x + 3\Delta x \cdots + n\Delta x) = k\Delta x \left\{ \frac{(\Delta x + n\Delta x)n}{2} \right\}$$

$$W = \frac{k}{2} \{ n(\Delta x)^2 + (n\Delta x)^2 \} \quad n\Delta x = x_0$$

$$W = \frac{k}{2} \{ x_0 \Delta x + x_0^2 \} \quad x_0 \Delta x \text{ 相比 } x_0^2 \text{ 为小量舍去}$$

$$W = \frac{1}{2} kx_0^2$$

## 二、动能 (Kinetic Energy) 与动能定理

(a) 动能定义: 物体运动时所具备的能量 (标量)  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ , 单位焦耳  $J$

(b) 动能定理: 合力对物体所做的功, 等于物体动能的差  $W_{total} = \Delta E_k = E_{kt} - E_{k0}$

$$W_{total} = \vec{F}_{total} \cdot \vec{x} = W_1 + W_2 \cdots W_n$$

证明.

$$2\vec{a} \cdot \vec{x} = v_t^2 - v_0^2$$

$$2 \frac{\vec{F}_{total}}{m} \cdot \vec{x} = v_t^2 - v_0^2 \quad \Rightarrow \quad \vec{F}_{total} \cdot \vec{x} = \frac{1}{2}mv_t^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

□

(c) 理解:

初始状态  $A$   $\xleftarrow{\quad}$  外部输入能量  $W(\pm J)$   $\xrightarrow{\quad}$  状态  $B$

