

# 高中物理学的思想方法

## 高中物理与初中物理的区别

1. 抽象与直观, 规律与现象, 定量与定性
2. 多物体的系统, 多方法选择
3. 更加严谨, 知识更连贯
4. 知识量更大

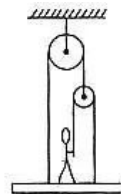
## 整体与隔离的思想

1. 整体法: 当研究多个物体构成的系统时, 我们只想研究外界作用对系统的影响, 而不想考虑系统内部的相互作用时, 常常将这些物体看成一个整体

优点: 简化分析和计算

2. 为什么可以整体分析

例: 如图所示, 人重600N, 平板重400N, 若整个系统处于平衡状态, 则人必须用多大的力拉住绳子? (滑轮和绳的质量及摩擦不计)



3. 拓展: 质点系的牛顿第二定律

设质点系由  $m_1, m_2, \dots, m_n$  个质点构成

每个质点加速度为  $\vec{a}_i$ , 受力为  $\vec{F}_i, i = 1, 2, \dots, n$

$$\vec{F}_i = \vec{F}_{i内} + \vec{F}_{i外} = m_i \vec{a}_i$$

对所有质点求和有:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_{i内} + \sum_{i=1}^n \vec{F}_{i外} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{a}_i$$

由牛顿第三运动定律得:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_{i内} = 0$$

$$\text{从而 } \vec{F}_{外} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{a}_i$$

其中,  $\vec{F}_{外}$  为合外力

故此, 我们有以下结论:

质点系质心运动与在  $\vec{F}_{外}$  作用下质量为  $m$  的质点运动完全相同。

例 2 如图 7, 一个箱子放在水平地面上, 箱内有一固定的竖直杆, 在杆上套有一个环, 箱和杆的总质量为  $M$ , 环的质量为  $m$ , 若环与杆之间有摩擦, 当环沿杆向下做加速运动, 加速度大小为  $a$  时, 箱对地面的压力为 ( )

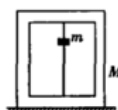


图 7

- A.  $Mg + ma$ 。 B.  $Mg - ma$ 。  
C.  $(M + m)g$ 。 D.  $(M + m)g - ma$ 。

例 3 如图 8, 静止在水平面上的三角架的质量为  $M$ , 它中间用两根质量不计的轻弹簧连着一个质量为  $m$  的小球, 当小球上下振动时, 三角架对水平面的压力为零的时刻, 小球的加速度方向与大小是:

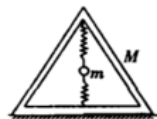


图 8

- A. 向上,  $Mg/m$ 。 B. 向上,  $g$ 。  
C. 向下,  $g$ 。 D. 向下,  $(M + m)g/m$ 。

拓展: 质心概念的引入

质心: 质量中心, 物质系统上被认为质量集中于此的一个假想点

高中物理中的质点概念并非只是一个理想化模型, 而是有含义的, 那就是物体的质心; 高中力学规律求出的质点的数据并非是近似, 而是物体上某一点(质心)的准确运动情况

## 图象法思想

### 1. 曲线的交点

如:  $v-t$  图象中两条曲线的交点表示速度相等的点

闭合电路路端电压  $U$  与总电流  $I$  的  $U-I$  图象, 与纵轴的交点表示电源电动势, 与横轴交点表示短路电流

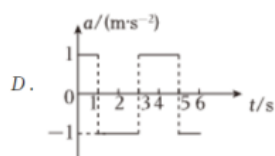
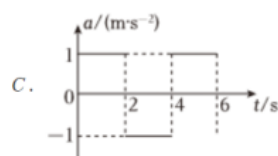
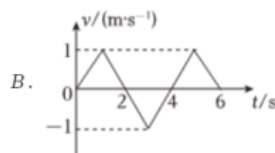
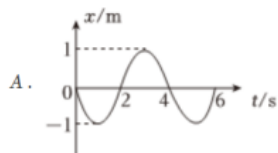
### 2. 曲线的斜率: 纵轴变量对于横轴变量的变化率(微分)

如:  $s-t$  图象斜率确定  $v$ ,  $U-I$  图像斜率确定  $R$

### 3. 曲线与横轴围成的面积: 微元法证明为两个变量的乘积(定积分)

如:  $s = v \cdot t$ ,  $W = F \cdot s$  等

4. (2023·西城区三模) 设物体运动的加速度为 $a$ 、速度为 $v$ 、位移为 $x$ , 现有四个不同物体的运动图象如图所示,  $t=0$ 时刻物体的速度均为零, 则其中物体做单向直线运动的图象是 ( )



应用:

1. 例: 一块表面粗糙程度均匀增大的木板, 木板第一次粗糙一侧向下, 第二次较光滑一侧向下, 两次倾斜同样角度, 同一木块从木板顶端分别下滑, 哪一次时间短?

2. 处理实验数据

如果成反比, 如何直观看出结果? 如: 牛顿第二定律中  $F$  一定,  $a$  与  $m$  数据如何处理?

## 微积分的思想

微分概念引入: 切线斜率

定积分概念引入: 曲边梯形的面积

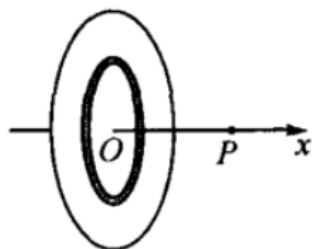
计算: 牛顿-莱布尼兹公式

高中物理一般不会定量计算, 但是理解微积分思想会有帮助

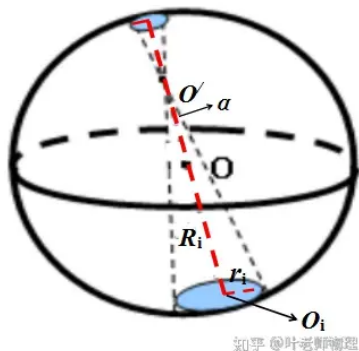
应用举例:

1. 微元法应用

例: 均匀带电圆环(非点电荷)在空间激发出的场强



例：证明均匀球壳对球壳内部某点引力为零



## 2. 定积分应用

例：变力做功：求弹簧弹力做功

求保守力的势能

保守力：一对力的功与相对移动的路径无关，而只决定于相互作用物体的始末相对位置

举例：万有引力 弹力 重力 电场力等

利用保守力的功与路径无关的特点，可引入“势能”的概念，其势能的减少(增量的负值)等于保守内力的功

又如，人船模型当中，动量守恒列出的等式，由速度推到位移，相当于积分思想

再比如，交变电流的有效值，计算过程需要用到积分

## 对于矢量的理解

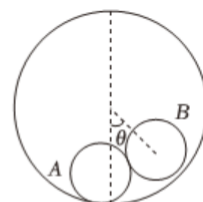
### 1. 对于矢量方向的理解

标量的方向：如电流方向，完全是指正电荷的流向，运算依然是按标量规则进行

某一些高中不讲方向的物理量实际是叉乘出来的矢量，如角速度

### 2. 用好矢量的方向

1. (2023春·辽宁期末) 如图所示，半径为 $3R$ 的光滑大圆管固定在水平面上，把两个半径均为 $R$ 的均质圆管A、B放置在大圆管内，平衡时圆管B的圆心与大圆管圆心的连线与竖直线的夹角为 $\theta$ ，已知 $\tan\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，则A、B两圆管的质量之比为 ( )



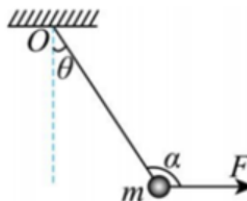
A. 2: 1

B. 2: 3

C.  $\sqrt{2}$ : 1

D. 2:  $\sqrt{3}$

2. (2023春·海安市校级月考) 轻质细线上端悬挂于天花板上的O点, 另一端接在质量为m的小球上, 小球在水平向右的外力F作用下处于平衡状态, 此时细线上的弹力大小为 $F_T$ , 细线与竖直方向的夹角为 $\theta$ 、与F的夹角为 $\alpha$ , 如图所示。以下判断正确的是 ( )

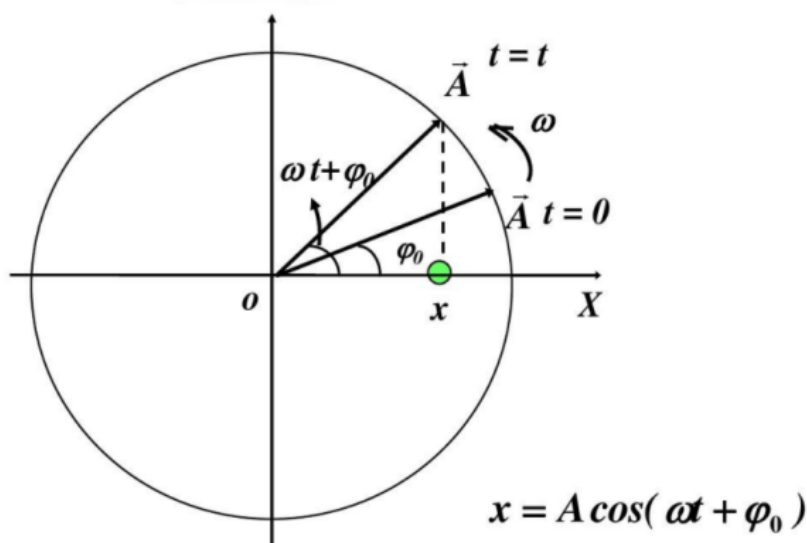


- A. 保持F水平, 逐渐缓慢减小 $\theta$ , 则F、 $F_T$ 都逐渐增大
- B. 若换一根更长的细线, 保持 $\theta$ 、 $\alpha$ 不变, F、 $F_T$ 可能都减小
- C. 保持小球位置不变, F沿逆时针方向缓慢转动直至F竖直向上, 则F先减小后增大
- D. 保持 $\alpha$ 不变, 逐渐缓慢增大 $\theta$ , 直至悬线水平, 则 $F_T$ 逐渐减小, F先增大后减小

### 3. 拓展: 旋转矢量法

把坐标转化为矢量来用

简谐振动的**旋转矢量**表示法



用于同方向同频率简谐振动的合成

速度相对于位移相位差为  $\frac{\pi}{2}$ , 加速度相对于速度相位差为  $\frac{\pi}{2}$  (解受迫振动方程)

## 对大学的展望

1. 物理学: 粒子物理与核物理、天体物理、原子分子光物理、凝聚态物理等大方向, 生物物理、量子计算、声学等小方向
2. 工科应用:
  - 电气工程: 电磁学、电路理论、信号与系统、电力电子技术等方面
  - 机械工程: 力学、材料力学、热力学、流体力学
  - 通信工程: 信号与系统、通信原理、电磁波与天线、光纤通信
  - 土木工程: 力学、材料力学、结构力学、流体力学、土壤力学
  - 化学工程: 物理化学、热力学

材料科学与工程：材料物理、材料力学

航空航天工程：空气动力学、飞行器设计、火箭推进原理

核工程与核技术：核物理、核反应堆原理、核能转换与利用