

# 质心 质心运动定律 习题课

王庆勇

东北师范大学物理学院

2016 年 10 月 18 日

# 思考题

## 思考题 1

“质心的定义是质点组质量集中的一点，它的运动即代表了质点组的运动．若掌握了质点组质心的运动，质点组的运动状况就一目了然了．”这话对不对？

# 质心的计算

## 例 1.1

一细杆弯成顶角为  $2\alpha$  的圆弧，其半径为  $R$ ，求其质心的位置.

# 质心的计算

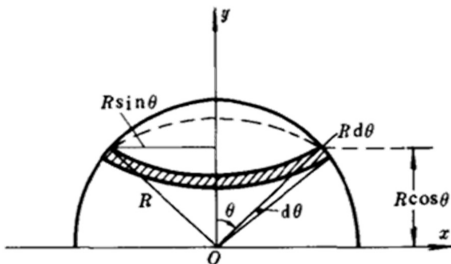
## 例 1.2

求半径为  $R$  的匀质半薄球壳的质心.

# 质心的计算

## 例 1.2

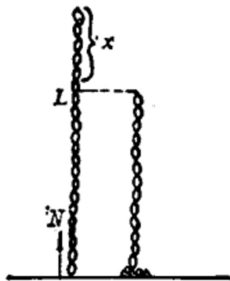
求半径为  $R$  的匀质半薄球壳的质心.



# 质心运动定律

## 例 2.1

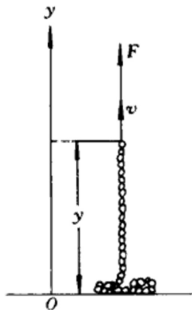
长为  $\ell$  的均匀链条，一端与水平桌面接触，一端置于手中，自由放手下落了距离  $x$  时，桌面受到的压力  $N$  是多大？



# 质心运动定律

## 例 2.2

一长为  $\ell$ 、密度均匀的柔软链条，其单位长度的质量为  $\lambda$ 。将其卷成一堆放在地面上。若手握链条的一端，以匀速  $v$  将其上提。当链条一端被提离地面高度为  $y$  时，求手的提力。





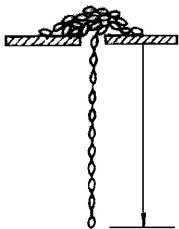




# 质心运动定律

## 例 2.5

均质链条长为  $\ell$ ，单位长度的质量为  $\rho$ ，如图所示，其一端由桌面上的小孔自由垂下；不计摩擦，求链条下端的运动规律。



# 动量定理与动量守恒定律

## 例 3.1

吊在空中的一柔软均质绳子质量为  $M$ 、长为  $L$ ，下端距离地面  $h$ ，求绳子自由下落到未落地部分长为  $\ell$  时，绳子对地面的作用力。

# 动量定理与动量守恒定律

## 例 3.2

光滑台面上放置一长为  $\ell$ 、质量为  $m$  的柔绳，开始时绳子垂下部分长为  $h$ ，求绳子自初速为零开始下落过程中某一时刻的速度。

# 动量定理与动量守恒定律

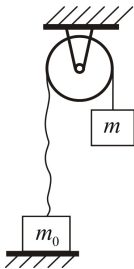
## 例 3.3

有一列火车，总质量为  $M$ ，最后一节车厢质量为  $m$ 。若  $m$  从匀速前进的列车中脱离出来，并走了长度为  $s$  的路程之后停下来。若机车的牵引力不变，且每节车厢所受的摩擦力正比于其重量而与速度无关。问脱开的那节车厢停止时，它距列车后端多远。

# 动量定理与动量守恒定律

### 例 3.4

如图所示, 质量为  $m$  的物体从静止下落  $y$  后开始拉起质量为  $m_0$  ( $m_0 > m$ ) 的物体. 两物体通过一根很轻且不可伸长的细绳相连并挂在一固定的光滑滑轮上. (1) 求物体  $m_0$  返回原来位置所用的时间; (2) 求物体  $m_0$  被拉起运动时动能减少与原动能的比值.

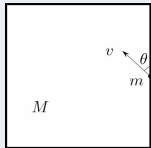


# 动量定理与动量守恒定律

## 例 3.5

质量为  $M$  的刚性均质正方形框架，在某边的中点开一个小缺口，缺口对质量分布的影响可以忽略。将框架静止地放在以纸平面为代表的光滑水平面上后，令质量为  $m$  的刚性小球在此水平面上从缺口处以速度  $\vec{v}$  进入框内，图中标志  $\vec{v}$  方向与框架的夹角  $\theta = 45^\circ$ ，设小球与框架发生的碰撞均为无摩擦力的完全弹性碰撞，试证：

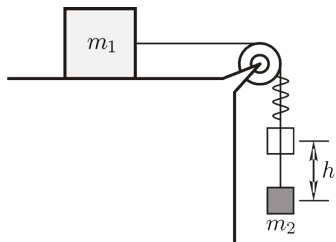
- (1) 小球必将通过缺口离开框架。
- (2) 若框架每边长为  $a$ ，则小球从进入框架到离开框架，相对水平面的位移为  $\frac{2\sqrt{2}am\vec{v}}{(M+m)v}$ 。



# 动量定理与动量守恒定律

## 例 3.6

质量为  $m_1$  的滑块与水平台面间的静摩擦系数为  $\mu_0$ ，质量为  $m_2$  的滑块与  $m_1$  均处于静止。绳不可伸长，绳与滑轮质量可不计，不计滑轮轴摩擦问将  $m_2$  托起多高，松手后可利用绳对  $m_1$  冲力的平均力拖动  $m_1$ ？设当  $m_2$  下落  $h$  后经过极短的时间  $\Delta t$  后与绳的铅直部分静止。





# 守恒定律综合应用

## 例 4.1

如图，光滑水平面上有一静止的小车，车上固定有一圆环，车、环的总质量为  $m$ ，其上方有一固定的光滑水平杆，恰好通过环的中心与环面垂直。杆上套有一质量为  $2m$  的小球。已知环与球之间的距离小于某一值时，它们之间有相互作用的斥力，大于  $\ell$  时没有作用力；若小球与环在同一平面，则小球与环相互作用在环面上。若小球以速度  $v_0$  从较远处向环运动：(1) 求小球与环相互作用结束后车的速度；(2) 针对计算结果进行讨论。<sup>a</sup>

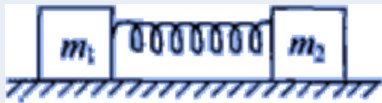


<sup>a</sup>钟小平主编，高中物理竞赛题典习题全解，浙江大学出版社，2007.8

# 守恒定律综合应用

## 例 4.2

如图所示, 质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两物体中间用弹簧相系, 弹簧劲度系数为  $k$ , 开始时静止于光滑的桌面上. 若突然打击  $m_2$  使之具有初速度  $v_0$ , (这时弹簧未形变), 求弹簧的最大压缩量 (弹簧质量不计).<sup>a</sup>



<sup>a</sup>钟小平主编, 高中物理竞赛题典习题全解, 浙江大学出版社, 2007.8