物理笔记

Copyright © 2024 Simon

一、质点运动学

高中知识足够了

二、质点动力学

高中知识也够了

- 补充：
  质心：质心是由质点系质量分布决定的一个几何点：
  $$r_c = \frac{\int rdm}{\int dm}$$
  常见质心：

半圆环

质心位置： 距离圆心的距离为

$$y = \frac{2R}{\pi}$$

计算方式： 设半圆环的半径为R，质量为m，其线密度$\lambda = \frac{m}{\pi R}$。 采用极坐标来计算质心坐标，对于半圆环$x = 0$（由于对称性）。 计算$y$坐标：$y_{cm} = \frac{\int ydm}{\int dm}$。在极坐标下，$dm = \lambda Rd\theta$，$y = R\sin\theta$，积分区间为$\theta = 0$到$\theta = \pi$。 则$\int dm = m$，$\int ydm = \int_0^\pi R\sin\theta\lambda Rd\theta = \lambda R^2\int_0^\pi \sin\theta d\theta$。 计算可得$\int_0^\pi \sin\theta d\theta = 2$，$\lambda = \frac{m}{\pi R}$，所以$\int ydm = \frac{2mR}{\pi}$。 从而$y_{cm} = \frac{2R}{\pi}$。

半圆盘

质心位置： 距离圆心的距离为

$$y = \frac{4R}{3\pi}$$

计算方式： 设半圆盘的半径为R，质量为m，其面密度$\sigma = \frac{2m}{\pi R^2}$。 同样$x = 0$（由对称性），计算$y$坐标$y_{cm} = \frac{\int ydm}{\int dm}$。 在极坐标下，$dm = \sigma rdrd\theta$，$y = r\sin\theta$，积分区域为$r = 0$到$r = R$

，$\theta = 0$到$\theta = \pi$。$\int dm = m$，$\int ydm = \int_0^{\pi} \int_0^{R} r\sin\theta\sigma r dr d\theta = \sigma \int_0^{\pi} \sin\theta d\theta \int_0^{R} r^2 dr$。计算$\int_0^{\pi} \sin\theta d\theta = 2$，$\int_0^{R} r^2 dr = \frac{R^3}{3}$，$\sigma = \frac{2m}{\pi R^2}$，可得$\int ydm = \frac{4mR}{3\pi}$，所以$y_{cm} = \frac{4R}{3\pi}$。

半球

质心位置：距离球心的距离为

$$z = \frac{3R}{8}$$

计算方式：设半球的半径为R，质量为m，其体密度$\rho = \frac{3m}{2\pi R^3}$。采用球坐标计算，$x = y = 0$（由对称性），计算$z$坐标$z_{cm} = \frac{\int zdm}{\int dm}$。在球坐标下，$dm = \rho r^2 \sin\theta dr d\theta d\varphi$，$z = r\cos\theta$，积分区域为$r = 0$到$r = R$，$\theta = 0$到$\theta = \frac{\pi}{2}$，$\varphi = 0$到$\varphi = 2\pi$。$\int dm = m$，$\int zdm = \int_0^{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{R} r\cos\theta \rho r^2 \sin\theta dr d\theta d\varphi$。计算可得$\int zdm = \frac{3mR}{8}$，所以$z_{cm} = \frac{3R}{8}$。

半球壳

质心位置：距离球心的距离为

$$z = \frac{R}{2}$$

计算方式：设半球壳的半径为R，质量为m，其面密度$\sigma = \frac{m}{2\pi R^2}$。同样采用球坐标，$x = y = 0$（由对称性），计算$z$坐标$z_{cm} = \frac{\int zdm}{\int dm}$。在球坐标下，$dm = \sigma R^2 \sin\theta d\theta d\varphi$，$z = R\cos\theta$，积分区域为$\theta = 0$到$\theta = \frac{\pi}{2}$，$\varphi = 0$到$\varphi = 2\pi$。$\int dm = m$，$\int zdm = \int_0^{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} R\cos\theta \sigma R^2 \sin\theta d\theta d\varphi$。计算可得$\int zdm = \frac{mR}{2}$，所以$z_{cm} = \frac{R}{2}$。

三、刚体力学

- 1.转动惯量

$$J = \int r^2 dm$$

> 特殊记忆:
> ①转轴过中心垂直于棒 $J = \frac{1}{12} ml^2$
>
> ②转轴过端点垂直于棒 $J = \frac{1}{3} ml^2$
>
> ③圆盘绕中心轴线 $J = \frac{1}{2} mR^2$

> ④薄圆环绕中心轴线 $J=mR^2$
>
> ⑤细圆环绕切线 $J=\frac{3}{2}mR^2$（少见，比较难）
>
> ⑥实球体绕直径 $J=\frac{2}{5}mR^2$
>
> ⑦薄球壳绕直径 $J=\frac{2}{3}mR^2$

- 2.平行轴定理与垂直轴定理

$$J=J_c+md^2$$

> 注意：方向决定了 md^2 的正负
> ***我的理解是靠近质心是负（就是减去 md^2 ），反之远离质心就是正（就是加上 md^2 ）***

- 3.角动量与力矩 角动量:

$$L=r\times p$$

大小为 $|L|=|r||p|\sin\theta$

定轴刚体: (w为角速度)

$$L=Jw$$

力矩:

$$M=r\times F$$

- 4.角动量守恒定律

> 守恒就完事了

- 保守力和非保守力

> 保守力：力对质点作功仅决定于质点运动的始末位置，与运动的路径无关（重力、摩擦力、弹力、万有引力）
> 非保守力：力所作的功与路径有关（例如摩擦力，爆炸力、安培力、细绳绷紧时绳子内力等）

- 爱的魔力转圈圈
转动定律：（ α 是角加速度，就是 $\frac{\omega}{t}$ ）

$$M=J\alpha$$

四、能量问题

- > 保守力做正功等于相应势能的减少；
  > 保守力做负功等于相应势能的增加。

- 高中各种能量
- **转动中的动能**

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$$

  其中I是刚体的转动惯量，ω是刚体转动的角速度。
- 流体

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

> (S为截面积v为流速)
>
> $$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = Q$$
>
> (p为压力，ρ为密度)

总结一下

	质点的直线运动（刚体的平动）	**刚体的定轴转动**
基本量	力F，质量m 牛顿第二定律 $F = ma$	力矩M，转动惯量J 转动定律 $M = J\alpha$
动量相关	动量 $p = mv$，冲量 $dI = Fdt$ 动量定理 $Fdt = dp = d(mv)$	角动量 $L = J\omega$，冲量矩 $M\mathrm{d}t$ 角动量定理 $M\mathrm{d}t = dL = d(J\omega)$
守恒定律	动量守恒定律：$\sum mv =$ 常量 守恒条件：合外力为零	角动量守恒定律：$\sum J\omega =$ 常量 守恒条件：合外力矩为零
动能与功	平动动能 $\frac{mv^2}{2}$ 力的功 $dA = Fdr$ 动能定理 $\int Fdr = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$	转动动能 $\frac{J\omega^2}{2}$ 力矩的功 $dA = Md\theta$ 动能定理 $\int Md\theta = \frac{1}{2}J\omega^2 - \frac{1}{2}J\omega_0^2$

五、振动和波动

感觉高中知识不够用，求补充

六、狭义相对论

emmm， $E = mc^2$ ，就不太能写了，感觉只可意会不可言传。