

## 一. 填空题（每空2分，共40分）

1. 假设0时刻静止的小球可从空间一固定点沿任意方位、任意倾角的光滑斜面滑下。设重力加速度为 $g$ , 在 $t$ 时刻小球下落的最大高度是\_\_\_\_\_。伽利略发现, 在 $t$ 时刻所有小球位于一个\_\_\_\_\_面上。

2. 物体作平抛运动, 忽略空气阻力。随着物体的下落, 速度对时间的导数\_\_\_\_\_, 轨道的曲率半径\_\_\_\_\_. (填写不变、变大或变小)

3. 质点系质心的运动只与质点系所受的合\_\_\_\_\_(填外、内) 力有关, 质点系的内力\_\_\_\_\_ (填可以、不可以) 改变质点系的总动能。

4. 如果质点的轨道方程为 $\theta = \omega t$  ( $\omega$ 为正的常量),  $r = r_0 e^{\omega t}$ ,  $t$ 为时间。在 $t$ 时刻质点的径向速度 $v_r =$ \_\_\_\_\_, 径向加速度 $a_r =$ \_\_\_\_\_。

5. 弹球测质量: 一个质量为 $m_0$ 、初速大小为 $v_0$ 的小球1, 与另一个质量 $M$ 未知、静止的小球2发生弹性碰撞。若碰后球1的速度反向、大小为初速的一半, 则小球2的质量 $M =$ \_\_\_\_\_; 若碰撞后球1的速度方向不变、大小为初速的三分之一, 则 $M =$ \_\_\_\_\_。

6. 秦半两钱, 如图所示, 象征着古代天圆地方的宇宙观, 兼有一统天下之意。我们来计算有如此形状的匀质圆盘的转动惯量。用半径为 $R$ 、中心方孔边长为 $a$ , 面密度为 $12\sigma$ 的匀质圆盘代表“秦半两”。圆盘相对于过中心点且垂直于圆盘平面的转轴的转动惯量 $I_1 =$ \_\_\_\_\_; 过中心点且平行于圆平面的转轴的转动惯量 $I_2 =$ \_\_\_\_\_。



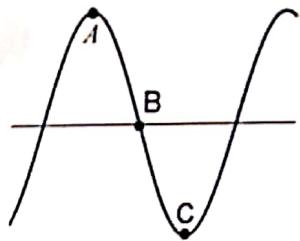
7. 一个匀质圆盘的半径为 $R$ 、质量为 $m$ , 静止在水平光滑的地面上。若要保持圆盘在水平地面上做纯滚运动, 所加水平外力的作用线(即过外力的作用点、沿外力的方向的直线)距离圆盘中心的距离 = \_\_\_\_\_; 作纯滚运动的圆盘中心的速率为 $v$ 时, 圆盘的动能 = \_\_\_\_\_。

8. 描述简谐振动有三个特征参量: 振幅、初相和频率, 振动的初始条件确定\_\_\_\_\_, 振动系统的固有参量确定\_\_\_\_\_。

9. 一维受迫振动动力学微分方程 $\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 = f_0 \cos \omega t$ 的稳态解可以表述成 $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ , 其中振幅 $A = f_0 / \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}$ , 因此, 当驱动力角频率 $\omega =$ \_\_\_\_\_时, 将发生位移共振。发生速度共振时, 最大的速率 $v_{max} =$ \_\_\_\_\_。



10. 某时刻的弦波如图示，此时图中用实线表示的弦段中，波动动能最大的部位在\_\_\_\_\_处，波动弹性势能最小的部位在\_\_\_\_\_处（填A、B或C字母即可）。



## 二. 简答题 (每题5分, 共15分)

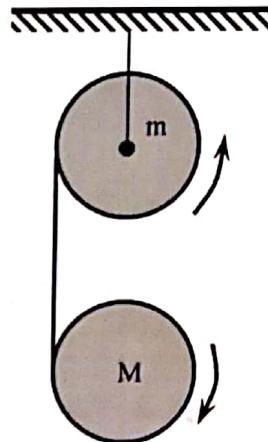
11. 试画出两种姿势，使人体的质心位于人体之外。

12. 质点系的总动量为零，试证质点系相对任一参考点的角动量都相同。

13. 过阻尼振动的通解可表示为  $x = A_1 e^{-(\beta - \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t} + A_2 e^{-(\beta + \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t}$ 。设  $t = 0$  时刻过阻尼振子的位置为  $x_0$ ，速度为  $v_0$ 。若实际振动中只包含衰减较快的部分，试确定  $x_0$  与  $v_0$  须满足的条件。

## 三. 计算题 (每题15分, 共45分)

14. 两个质量分别为  $m$  和  $M$ 、半径同为  $R$  匀质实心滑轮，用不可伸长轻绳缠绕在滑轮的外侧，定滑轮可无摩擦的转动。将系统从静止释放，求下面滑轮的质心加速度。



15. 长  $L$ 、质量都为  $m$  的两个均匀柱形弹性体 1 和 2，弹性体 1 的劲度系数为  $k_1$ 。

现将两者摞在一起，放在水平桌面上，1 在上，2 在下，达到平衡。

- 1) 若两者的压缩量相等，求弹性体 2 的劲度系数  $k_2$ 。
- 2) 求此时弹性体 2 内含的弹性势能  $E_p$ 。

16. 半径  $R$ 、质量  $m_1$  半球形的碗放置在光滑的桌面上，碗中有一个半径  $r$ 、质量  $m_2$  的小球位于图示位置，开始时两者都静止。

容器内部摩擦系数足够大。

- 1) 小球到达底部时的质心速率；
- 2) 若  $\theta_0$  是小角度，计算小球振动的频率。

