

# 2017年北京大学数学科学学院普通物理期中试题

## 一、填空题 (20\*2=40分)

1. 一个小球从固定位置出发，沿光滑斜面向空间任意方向滑落，重力加速度为 $g$ ，则在 $t$ 时刻下落最远的距离\_\_\_\_\_，伽利略发现同一时刻这些小球都在\_\_\_\_\_面上。

2. 在平抛运动中，小球速度的导数\_\_\_\_\_，轨迹的曲率半径\_\_\_\_\_（填变小、不变、变大）

3. 一个质点的极坐标方程为  $\omega = \theta t$   $r = r_0 e^{\omega t}$

求 $t$ 时刻的径向速度\_\_\_\_\_和径向加速度\_\_\_\_\_。

4. 质点组质心运动状态只受合\_\_\_\_\_(外 / 内) 力作用，质点组动能\_\_\_\_\_ (能 / 不能) 受内力改变。

5. 简谐运动的三个特征量为振幅、频率和初相，则其中由初始条件决定的物理量是\_\_\_\_\_，由系统自身决定的是\_\_\_\_\_。

6. 弹性碰撞常用于测定未知物体的质量，现一小球质量为 $m_0$ ，沿光滑平面以初速度 $v_0$ 与一个质量为 $M$ 未知的静止的小球弹性碰撞。则若碰撞后 $m_0$ 速度反向，大小为原速度的 $1/2$ ，则 $M$ 为\_\_\_\_\_；若碰撞后 $m_0$ 速度与初速度同向并为原来的 $1/3$ ，则 $M$ 为\_\_\_\_\_。

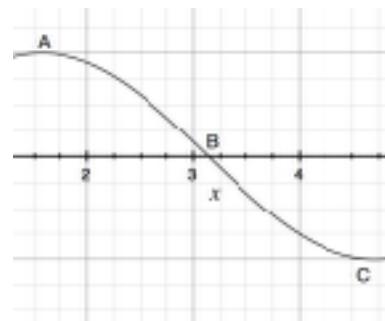
7. 一个光滑平面，一个圆盘质量为 $m$ ，半径为 $R$ ，受到一个水平方向的力。为保证圆盘纯滚，这个力的作用线到圆盘中心的距离为\_\_\_\_\_，当质心速度为 $v$ 时，圆盘的动能为\_\_\_\_\_。

8. 弦横波的波速受弦张力和弦的线密度影响，当其他条件不变，线密度变为原来的4倍时，波速为原来的\_\_\_\_\_倍，当张力变为4倍时，波速变为原来的\_\_\_\_\_倍。

9. 两个方向相反频率相同的行波的波长为  $4\lambda$

当它们形成驻波时，相邻两个波腹的间隔为\_\_\_\_\_，相邻的波腹和波节的间隔为\_\_\_\_\_。

10. 沿 $x$ 方向传播的平面简谐波的波形如图，则在图中A、B、C三点中，在\_\_\_\_\_点体积元具有的动能最大，在\_\_\_\_\_点具有的势能最小。



## 二、简答题 (3\*5=15分)

1. 请简要画出两个人体的姿势使得人的质心位于人体之外。

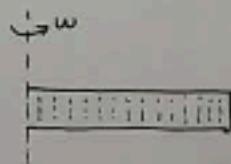
2. 试证明质点系受的合外力为零时，质点系的合外力矩与参考点无关。

3. 过阻尼振动的方程解的通解为  $x(t) = A_1 e^{-(\beta - \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t} + A_2 e^{-(\beta + \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t}$

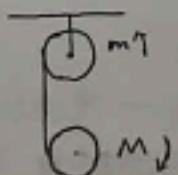
若实际振动解中只含有衰减较快的一项，求初位置 $x_0$ 和初速度 $v_0$ 满足的关系。

## 三、计算题 (3\*15=45分)

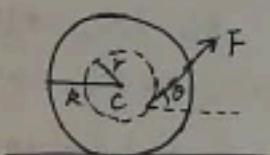
14. 一个很细的试管装满液体，密度 $\rho$ ，质量 $m$ ，长度为 $l$ ，绕竖直轴转动，角速度为 $\omega$ ，求试管底部的压强以及总动能。



15. 上、下2个滑轮质量分别为 $m$ 、 $M$ ，半径均为 $R$ ，轻质绳绕于滑轮上，与定滑轮之间无摩擦。从静止释放，求动滑轮质心的加速度。若加速度为  $\frac{20}{21}g$ ，求质量比  $\frac{M}{m}$



16. 线轴静止于地面， $R=2r$ ，质量为 $M$ ，施加一个与水平方向成角 $\theta$ 的力 $F$ ，线轴  $I_c = \frac{1}{2}MR^2$ ，与地面间动摩擦因数为 $\mu$ 。



(1) 若  $F \sin \theta \geq mg$ ，说明线轴如何运动

(2)  $F$  较小时，求地面对线轴的摩擦力

(3) 若线轴做纯滚运动，求 $F$  的最大值