

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_____。

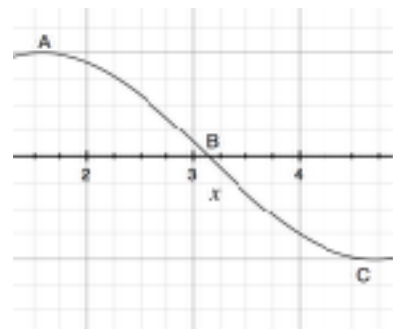
7. 一个光滑平面, 一个圆盘质量为 m , 半径为 R , 受到一个水平方向的力。为保证圆盘纯滚, 这个力的作用线到圆盘中心的距离为_____, 当质心速度为 v 时, 圆盘的动能为_____。

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 4λ

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 $x(t) = A_1 e^{-(\beta - \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t} + A_2 e^{-(\beta + \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t}$

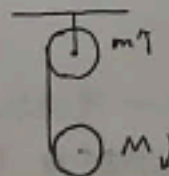
若实际振动解中只含有衰减较快的一项，求初位置 x_0 和初速度 v_0 满足的关系。

三、计算题 (3*15=45分)

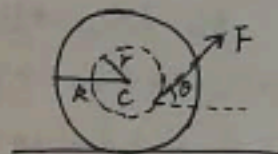
14. 一个很细的试管装满液体，密度 ρ ，质量 m ，长度为 l ，绕竖直轴转动，角速度为 ω ，求试管底部的压强以及总动能



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为 θ 的力 F ，线轴 $I_C = \frac{1}{2}MR^2$ ，与地面的动摩擦因数为 μ 。



- (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