

# 清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程：基础物理学（1）2021年4月15日

姓名：            学号：            班级：

## 一、选择题 (共 24 分)

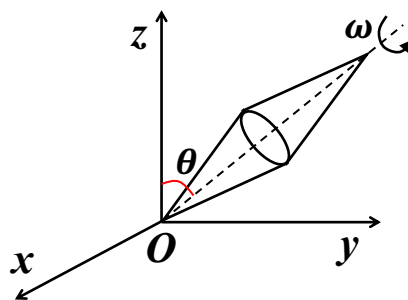
### 1. (本题 3 分)

质点沿半径为  $R$  的圆周作匀速率运动，每  $T$  秒转一圈。在  $2T$  时间间隔中，其平均速度大小与平均速率大小分别为

- (A)  $2\pi R/T, 2\pi R/T$ ;
- (B)  $0, 2\pi R/T$ ;
- (C)  $0, 0$ ;
- (D)  $2\pi R/T, 0$ 。

### 2. (本题 3 分)

如图所示，一陀螺由两个质量均为  $m$ 、高为  $h$ 、转动惯量为  $I_0$  的圆锥对称地粘接而成。当自转角速度为  $\omega$  时，其转轴与竖直方向夹角为  $\theta$ ，则其旋进角速度的大小为



- (A)  $\frac{mgh}{2I_0\omega}$ .
- (B)  $\frac{mgh}{I_0\omega}$
- (C)  $\frac{mgh\sin\theta}{2I_0\omega}$ .
- (D)  $\frac{2I_0\omega}{mh}$

### 3. (本题 3 分)

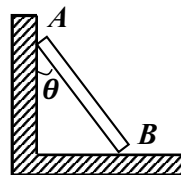
一运动质点在某瞬时位于位矢量  $\vec{r}(x, y)$  的端点处，其速度大小为

- (A)  $\frac{dr}{dt}$ .
- (B)  $\frac{d\vec{r}}{dt}$ .
- (C)  $\frac{d|\vec{r}|}{dt}$ .

(D)  $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$ .

4. (本题 3 分)

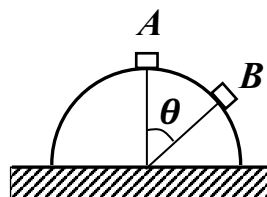
如图所示，一质量为  $m$  的匀质细杆  $AB$ ， $A$  端靠在粗糙的竖直墙壁上， $B$  端置于粗糙水平地面上而静止。杆身与竖直方向成  $\theta$  角，则  $A$  端对墙壁的压力大小



- (A) 为  $\frac{1}{4}mg\cos\theta$
- (B) 为  $\frac{1}{2}mgtg\theta$
- (C) 为  $mg\sin\theta$
- (D) 不能确定

5. (本题 3 分)

质点的质量为  $m$ ，置于光滑球面的顶点  $A$  处（球面固定不动），如图所示，当它由静止开始下滑到球面上  $B$  点时，它的加速度的大小为



- (A)  $a = 2g(1 - \cos\theta)$ .
- (B)  $a = g\sin\theta$ .
- (C)  $a = g$ .
- (D)  $a = \sqrt{4g^2(1 - \cos\theta)^2 + g^2\sin^2\theta}$ .
- (E) 以上结果都不对。

6. (本题 3 分)

将细绳绕在一个具有水平光滑轴的飞轮边缘上，现在在绳端挂一质量为  $m$  的重物，飞轮的角加速度为  $\alpha$ 。如果以拉力  $2mg$  代替重物拉绳时，飞轮的角加速度将

- (A) 小于  $\alpha$ 。
- (B) 大于  $\alpha$ ，小于  $2\alpha$ 。
- (C) 大于  $2\alpha$ 。
- (D) 等于  $2\alpha$ 。

7. (本题 3 分)

物体的转动惯量与下列哪一条没有关系

- (A) 物体的转动轴; (B) 物体的形状;  
(C) 物体的质量分布; (D) 物体的线速度.

8. (本题 3 分)

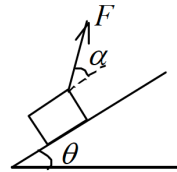
质量为  $m$  的铁锤竖直落下, 打在木桩上面后静止下来。若打击时间为  $\Delta t$ , 碰前铁锤的速度大小为  $v$ , 则在打击木桩的时间内铁锤所受的平均合外力的大小为

- (A)  $\frac{mv}{\Delta t} - mg$ . (B)  $\frac{mv}{\Delta t}$ . (C)  $\frac{mv}{\Delta t} + mg$ . (D)  $\frac{2mv}{\Delta t}$ .

二、填空题 (共 27 分)

9. (本题 3 分)

如图所示, 一斜面倾角为  $\theta$ , 用与斜面成  $\alpha$  角的恒力  $\vec{F}$  将一质量为  $m$  的物体沿斜面拉升了高度  $h$ , 物体与斜面间的摩擦系数为  $\mu$ 。摩擦力在此过程中所作的功  $W_f =$  \_\_\_\_\_。

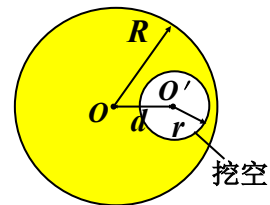


10. (本题 3 分)

一根质量为  $m$ , 在水平地面上被匀速拉动的绳子, 如果它与地面的摩擦系数为  $\mu$ , 则施加在该绳前端的拉力为 \_\_\_\_\_, 而绳后端的张力为 \_\_\_\_\_。

11. (本题 3 分)

如图所示, 在一半径为  $R$ , 质量面密度为  $\sigma$  的均匀圆盘上距离圆心  $d$  处挖空一个半径为  $r$  的小圆盘 ( $d > r$ ), 则挖掉小圆盘后系统的质心在圆盘中心  $O$  与挖空小圆盘中心  $O'$  连线上距  $O$  的距离为 \_\_\_\_\_。



12. (本题 3 分)

一滑冰者开始张开手臂绕自身竖直轴旋转, 其动能为  $E_0$ , 转动惯量为  $I_0$ , 若他将手臂收拢, 其转动惯量变为  $I_0/2$ , 则其动能将变为 \_\_\_\_\_。(摩擦不计)

13. (本题 3 分)

一质点从高度为  $h$  处静止自由下落。同时，另一质点同时从地面以一定初速度  $v_0$  上抛。若两个质点在离地面高度为  $h/3$  处相遇，则相遇的时间应为\_\_\_\_\_。

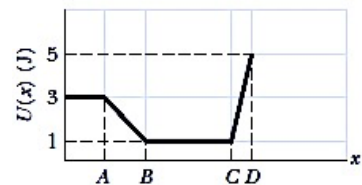
14. (本题 3 分)

一匀质球与一匀质圆柱体的质量相等，前者的半径与后者的横截面半径相等。在同一斜面上从同一高度由静止无滑动地滚下。经过相同时间后，两者滚过的路程的比 ( $S_{球} / S_{柱}$ ) = \_\_\_\_\_。

15. (本题 3 分)

如右图所示为一个质点在其中作一维运动的系统的势能函数  $U(x)$ 。(a) 按照质点力的大小，由大到小将区域  $AB$ 、 $BC$  和  $CD$  排序

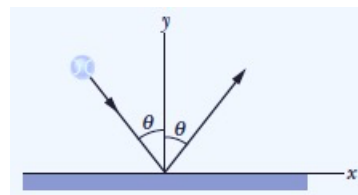
\_\_\_\_\_。



16. (本题 3 分)

如右图所示，一个球从一个竖直墙面无任何速率改变弹回的俯视图。若球的线动量的改变为  $\Delta \vec{p}$ ：

- (a)  $\Delta p_x$  是\_\_\_\_\_ (仅填正、负或零)，  
 (b)  $\Delta p_y$  是\_\_\_\_\_ (仅填正、负、或零)，  
 (c)  $\Delta \vec{p}$  方向为\_\_\_\_\_。

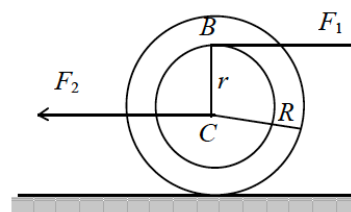


17. (本题 3 分)

质量为  $M$  的车沿光滑的水平轨道以速度  $v_0$  前进，车上的人质量为  $m$ ，开始时人相对于车静止，后来人以相对于车的速度  $v$  向前走，此时车速变成  $V$ ，则车与人系统沿轨道方向动量守恒的方程应写为\_\_\_\_\_。

18. (本题 3 分)

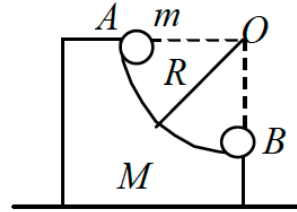
如图所示。均匀柱体的半径为  $R$ ，在圆柱体上  $F_1$  施以垂直于其轴线的水平力  $F_1$  和  $F_2$ ， $F_2$  作用在中心轴上， $F_1$  通过绕在半径为  $r$  的凸起圆盘 (圆盘质量忽略不计) 盘周的绳作用于柱体。若使该柱体在水平面上作纯滚动，则圆柱体受到的静摩擦力为\_\_\_\_\_ (以  $F_1$  的方向为正方向)。



### 三、计算题 (共 49 分)

#### 19. (本题 10 分)

如图所示, 质量为  $M$  半径为  $R$  的  $1/4$  圆周的光滑弧形滑块, 静止在光滑桌面上。今有质量为  $m$  的物体由弧的上端  $A$  点静止滑下, 试求当  $m$  滑到最低点  $B$  时: 1)  $m$  相对于  $M$  的速度  $v$  及  $M$  对地的速度  $V$ ; 2)  $M$  对  $m$  的作用力  $N$ 。

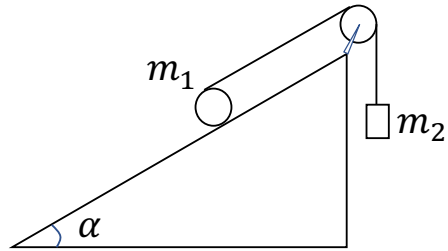


#### 20. (本题 10 分)

具有固定自转角速度为  $\omega$  的地球, 其表面  $\theta$  纬度上有一质量为  $m$  的质点。如果该质点具有与球表面相切、大小恒定的水平速度  $\vec{v}$ , 忽略其它水平力, 试画出质点速度与地球自转角速度在地球表面的矢量图, 并证明该质点在北半球相同纬度附近的水平方向作顺时针圆周运动, 在南半球作逆时针运动。

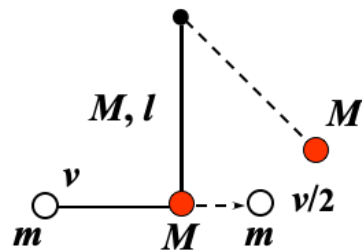
#### 21. (本题 10 分)

如图所示, 倾角为  $\alpha$  的斜面上放置一个质量为  $m_1$ 、半径为  $R$  的均匀圆柱体。有一轻细绳绕在此圆柱体的边缘上, 并跨过轻质量滑轮与质量为  $m_2$  的重物相连。圆柱体与斜面的静摩擦系数为  $\mu$ 。求若使得  $m_1$  与  $m_2$  能够平衡, 在给定  $\alpha$  角的条件下, 质量与摩擦系数两者应满足的条件。



#### 22. (本题 10 分)

如图所示, 有一质量为  $M$ 、长度为  $l$  的均匀细棒, 其一端固结一个质量也为  $M$  的小球, 可绕通过另一端且垂直于细棒的水平光滑固定轴自由转动。最初棒自然下垂。现有一质量为  $m$  的子弹, 在垂直于轴的平面内以水平速度  $v$  射穿小球, 子弹穿过小球时速率减为  $v/2$ , 要使棒能绕轴作完整的一周转动, 子弹入射时的速率至少必须为多大?



#### 23. (本题 9 分)

质量为  $m$  作平面平行运动的刚体 (或它的延伸体) 上一定存在一个瞬心  $P$ , 其绝对速度为零。证明对于该瞬心  $P$ , 有瞬心系  $K'$  的角动量定理

$$\vec{M}'_{\text{外}} - \vec{r}'_C \times (m\vec{a}_P) = \frac{d\vec{J}'}{dt}$$

这里,  $\vec{r}'_C$  为质心在  $K'$  系中的位矢量。