

## 北京市联合命题

## 2020 年硕士学位研究生入学考试试题

(大学物理)

所有试题答案写在答题纸上, 答案写在试卷上无效

☐ 需使用计算器☒ 不使用计算器

## 一、单项选择题 (共 10 题, 每题 4 分, 共 40 分)

1、以下几个物理量中, 是矢量的是 ( )

- (A) 转动惯量; (B) 冲量; (C) 电位移通量; (D) 电动势。

2、用  $\vec{r}$  表示某质点相对于参考点  $O$  的位矢,  $\vec{F}$  表示作用在该质点上的力, 则此力相对于  $O$  点的力矩为 ( )

- (A)
- $\vec{r} \cdot \vec{F}$
- ; (B)
- $\vec{F} \cdot \vec{r}$
- ; (C)
- $\vec{r} \times \vec{F}$
- ; (D)
- $\vec{F} \times \vec{r}$
- 。

3、在边长为  $a$  的立方体的正中心有一个电量为  $q$  的点电荷, 则通过该立方体任一面的电场强度通量为 ( )

- (A)
- $\frac{q}{2\epsilon_0}$
- ; (B)
- $\frac{q}{6\epsilon_0}$
- ; (C)
- $\frac{q}{4\epsilon_0}$
- ; (D)
- $\frac{q}{\epsilon_0}$
- 。

4、如图所示, 平行板电容器 (忽略边缘效应) 充电时, 磁场强度  $\vec{H}$  沿着环路  $L_1$  和  $L_2$  的环流可以分别写作  $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}$  和  $\oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}$ , 则二者

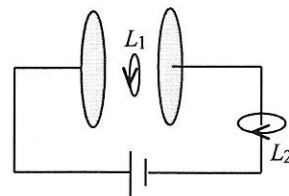
的大小关系为 ( )

(A)  $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l} > \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}$ ;

(B)  $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}$ ;

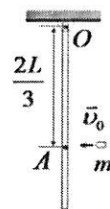
(C)  $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l} < \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}$ ;

(D) 电流大小未知, 因此无法判断。

5、在研究气体分子的运动速率分布时, 对最概然速率  $v_p$  的正确理解是 ( )(A)  $v_p$  是气体分子可能具有的最大速率;(B)  $v_p$  是速率分布函数  $f(v)$  的最大值;(C) 在系统中, 速率等于  $v_p$  的分子个数是最多的;(D) 在系统中, 速率取值在  $v_p$  附近单位速率范围内的分子个数是最多的。

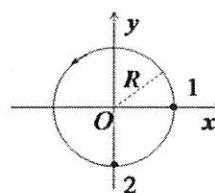
A

6、如右图所示，长为  $L$ 、质量为  $2m$  的均质细杆，可绕通过其上端的水平光滑固定轴  $O$  转动。开始时细杆竖直下垂，这时突然有一质量为  $m$  的子弹以速率  $v_0$  沿水平方向入射到细杆的  $A$  点并停留在杆中，已知  $\overline{OA} = \frac{2}{3}L$ ，设子弹的入射过程是瞬间发生的，则当子弹刚停留在杆中时，细杆的角速度为（ ）



- (A)  $\frac{6v_0}{5L}$ ; (B)  $\frac{3v_0}{2L}$ ; (C)  $\frac{3v_0}{5L}$ ; (D)  $\frac{3v_0}{4L}$ 。

7、如右图所示，一质量为  $m$  的质点以速率  $v$  沿半径为  $R$  的圆周作逆时针的匀速率运动。在运动过程中，作用在质点上的某个力的表达式为  $\vec{F} = F_0\vec{i} + y\vec{j}$ 。则在质点从位置 1 走过四分之三圆周到达位置 2 的过程



中，力  $\vec{F}$  所作的功为（ ）

- (A)  $F_0R + \frac{R^2}{2}$ ; (B)  $-F_0R + \frac{R^2}{2}$ ; (C)  $F_0R + \frac{R}{2}$ ; (D)  $-F_0R + \frac{R}{2}$ 。

8、两个容积相同的容器中，分别装有 He 气和  $H_2$  气，均可视为理想气体。若它们的压强相同，则它们的内能关系为（ ）

- (A)  $E_{He} < E_{H_2}$ ; (B)  $E_{He} > E_{H_2}$ ; (C)  $E_{He} = E_{H_2}$ ; (D) 无法确定。

9、在康普顿效应实验中，用 X 射线照射物质，在偏离入射光方向的各个方向上观察散射光，散射光中既有与入射光波长相同的成分，也有波长变长的成分，且（ ）

- (A) 波长的变化量既与散射方向无关，也与散射物质无关  
(B) 波长的变化量只与散射方向有关，而与散射物质无关  
(C) 波长的变化量既与散射方向有关，也与散射物质有关  
(D) 波长的变化量只与散射物质有关，而与散射方向无关

10、关于狭义相对论的下列说法中，错误的是（ ）

- (A) 相对性原理可以表述为：物理规律在所有惯性系中的形式都是一样的，不存在任何一个特殊的惯性系；  
(B) 光速不变原理可以表述为：在所有的惯性系中，光在真空中的速率都相等；  
(C) 洛伦兹变换是伽利略变换在物体的运动速度接近于光速时的极限情况，因此伽利略变换比洛伦兹变换更具有普遍性；  
(D) 相对论质量和相对论动量都与物体运动速度的大小有关。

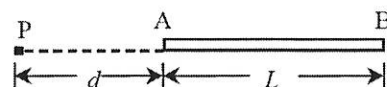
## 二、填空题（共 13 空，每空 5 分，共 65 分）

1、热力学第二定律的开尔文表述是\_\_\_\_\_。

2、当波长为  $\lambda$  的光照射在某金属表面时，从金属表面出射的光电子的最大初动能为  $W$ 。则此金属的红限频率  $\nu_0 =$ \_\_\_\_\_。（普朗克常数记为  $h$ ，真空中的光速记为  $c$ 。）

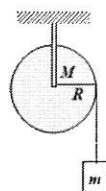
A

3、如右图所示，一长为  $L$  的均匀带电细棒  $AB$ ，电荷线密度为  $\lambda$ ，则在棒的左侧延长线上与  $A$  端相距为  $d$  的  $P$  点的电场强度的大小  $E =$  \_\_\_\_\_。



4、有  $1\text{mol}$  刚性双原子分子理想气体，在等压膨胀过程中对外做功为  $W$ ，则此过程中系统温度的变化  $\Delta T =$  \_\_\_\_\_。

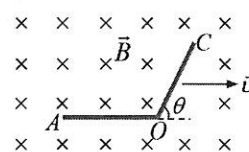
5、如右图所示，一物体与绕在定滑轮上的轻绳相连，绳与定滑轮之间无相对滑动，绳不可伸长，滑轮轴光滑。已知滑轮质量为  $M$ ，半径为  $R$ ，物体质量为  $m$ ，则绳中的张力大小为 \_\_\_\_\_，物体下落的加速度大小为 \_\_\_\_\_，滑轮转动的角加速度大小为 \_\_\_\_\_。



6、一个质点同时参与两个在同一直线上的简谐振动，这两个振动的表达式分别为  $x_1 = 0.04\cos(2t + \frac{\pi}{6})$  和  $x_2 = 0.02\cos(2t - \frac{5}{6}\pi)$ ，则合振动的表达式为 \_\_\_\_\_。

7、波长为  $\lambda$  的单色光垂直入射一双缝装置，若两个缝分别被折射率为  $n_1$  和  $n_2$  ( $n_1 > n_2$ ) 的两块厚度相同的透明介质薄片所遮挡，此时，接收屏上原来是零级明纹的位置被第 3 级明纹所取代，则介质片的厚度为 \_\_\_\_\_。

8、如右图所示，金属杆  $AOC$  以恒定速率  $v$  在垂直于均匀磁场的平面内运动， $OC$  与运动方向之间的夹角为  $\theta$ 。已知  $\overline{AO} = \overline{OC} = L$ ，磁感应强度的大小为  $B$ 。则杆中的动生电动势的大小为 \_\_\_\_\_，在  $A$ 、 $O$ 、 $C$  三点中，电势最高的点是 \_\_\_\_\_。



9、一物体运动速度为  $0.8c$  ( $c$  为真空光速) 时，其质量为  $m$ ，则此时物体的动能为 \_\_\_\_\_。

10、自然光垂直通过两个平行放置的偏振片，若保持入射光的强度不变，当两个偏振片的偏振化方向的夹角由  $45^\circ$  变为  $60^\circ$  时，透射光的强度  $I_{45^\circ}$  和  $I_{60^\circ}$  之比等于 \_\_\_\_\_。

### 三、计算题 (每题 15 分, 共 45 分)

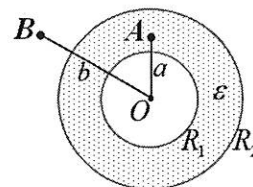
1、一个质量为  $m$  的质点在指向中心的平方反比力  $\vec{F} = -\frac{k}{r^2}\hat{r}$  ( $k$  为常数) 的作用下，作半径为  $r$  的圆周运动， $\hat{r}$  为由中心指向质点方向的单位矢量。(1) 求质点运动的速率；(2) 若将质点从圆周上移到无穷远处，求力  $\vec{F}$  所做的功。

2、如右图所示，两个半径分别为  $R_1$  和  $R_2$  ( $R_1 < R_2$ ) 的均匀带电球面同心放置，其间充满介电常数为  $\epsilon$  的各向同性均匀电介质，已知两个球面的带电量均为  $Q$ 。求：

(1) 与球心距离为  $a$  的  $A$  点处的电位移矢量的大小，并在图中画出其方向；

(2) 与球心距离为  $b$  的  $B$  点处的电场强度的大小；

(3) 内球面以内的空间中的电场能量。



3、已知一沿  $x$  轴正向传播的平面余弦波， $t = \frac{1}{3}s$  时的波形如右图所示，且周期  $T = 2s$ 。求：

- (1)  $O$  点处质点振动的初相；
- (2) 该波的波函数；
- (3)  $P$  点处质点振动的初相。

