

2015 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

普通物理试题

(请将答案写在答题纸上, 写在试题上的答案无效)

一、选择题 (每小题 4 分, 共 40 分)

1. 以下物理量中, 是矢量物理量的是 ( )

- (A) 转动惯量; (B) 电流强度;  
(C) 磁偶极矩; (D) 平均能流密度。

2. 一只昆虫沿螺旋线自外向内运动, 如图 1 所示。已知它走过的弧长与时间  $t$  的一次方成正比, 则该昆虫加速度的大小 ( )

- (A) 越来越大; (B) 越来越小;  
(C) 保持不变; (D) 无法判断。



图 1

3. 以下说法中正确的是:

- (A) 一对作用力和反作用力做功的代数和不一定为零;  
(B) 若质点系所受外力的矢量和为零, 则其所受外力矩的矢量和一定为零;  
(C) 一个力学系统在某惯性系中机械能守恒, 则在其它的惯性系中机械能也一定守恒;  
(D) 一质点在几个外力同时作用下运动, 当外力的冲量为零时, 外力的功不一定为零。

4. 一单摆的摆球质量为  $m$ , 摆长为  $L$ 。另有一质量为  $m$ 、摆长为  $L$  的均质细杆, 其一端挂在水平轴上构成复摆。两摆均能在竖直平面内摆动, 不考虑摆与轴之间的摩擦力和空气的阻力。今使两摆均偏离竖直位置  $\theta$  角并静止释放, 当它们摆到最低点时, 单摆的角速度为  $\omega_1$ , 细杆的角速度为  $\omega_2$ , 则 ( )

- (A)  $\omega_1 > \omega_2$ ; (B)  $\omega_1 < \omega_2$ ;

- (C)  $\omega_1 = \omega_2$  (D) 无法判断。

5. 若用  $N$  表示热力学系统的总分子个数,  $f(v)$  表示麦克斯韦速率分布函数, 则  $\int_{v_1}^{v_2} v N f(v) dv$  表示 ( )

- (A) 速率处于  $v_1 \sim v_2$  区间内的分子的速率平均值;
- (B) 速率处于  $v_1 \sim v_2$  区间内的分子的速率之和;
- (C) 速率处于  $v_1 \sim v_2$  区间内的分子个数;
- (D) 某分子的速率处于  $v_1 \sim v_2$  区间内的概率。

6. 在电场强度大小为  $E$  的均匀电场中有一个半径为  $R$  的半球面, 则通过此半球面的电通量不可能为 ( )

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

7. 真空中有一个半径为  $a$  的导体球, 带电量为  $Q_a$ ; 其外同心地套着一个半径为  $b$  的薄金属球壳, 带电量为  $Q_b$ 。设某点与球心相距  $r$ , 当  $a < r < b$  时, 该点的电场强度的大小为 ( )

- (A)  $\frac{Q_a + Q_b}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ;                      (B)  $\frac{Q_b}{4\pi\epsilon_0 b^2}$ ;
- (C)  $\frac{Q_a}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ;                      (D) 0。

8. 如图 2 所示, 在一圆形电流  $I$  的平面内, 选取一个与电流同心的圆形闭合回路  $L$ , 则以下说法中正确的是 ( )

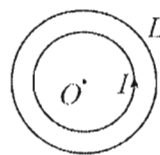


图 2

- (A) 闭合回路上各点的磁感应强度均为零;
- (B) 磁感应强度在此闭合回路上的线积分等于零;
- (C) 以此闭合环路为边界的圆形平面上的磁通量为零;
- (D) 闭合回路上每一点的磁感应强度方向均为沿环路  $L$  的逆时针方向。

9. 真空中有一磁感应强度大小为  $B$  的均匀磁场被限制在一个体积为  $V$  的区域中, 则该磁场的能量密度为 ( )

- (A)  $\frac{\mu_0 B^2 V}{2}$ ;                      (B)  $\frac{B^2 V}{2\mu_0}$ ;                      (C)  $\frac{\mu_0 B^2}{2}$ ;                      (D)  $\frac{B^2}{2\mu_0}$ 。

10. 如图 3 所示, 在折射率为 1.33 的厚玻璃中, 有一层平行于玻璃表面的厚度为  $3.0 \times 10^{-7} \text{m}$  的空气隙, 今以波长为 400 nm 的紫色平行光和 600nm 的橙色平行光同时垂直照射厚玻璃左侧表面, 则从玻璃右侧向厚玻璃看去, 视场中将呈现 ( )

- (A) 橙色亮影;
- (B) 紫色亮影;
- (C) 橙紫相间的条纹;
- (D) 以上说法都不对。

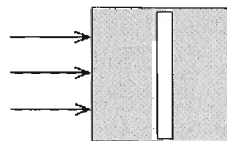


图 3

二、填空题 (每小题 5 分, 共 50 分)

1. 一物体受到力  $\vec{F}(t)$  的作用。设初始时刻物体的速度为零, 则  $t$  时刻物体的动量大小为\_\_\_\_\_。

2. 如图 4 所示, 一根轻绳绕在半径为  $R$ 、转动惯量为  $J$  的轮轴上, 绳的末端悬挂一质量为  $m$  的物体。忽略轴处的摩擦, 则物体相对于地面的加速度大小为\_\_\_\_\_。

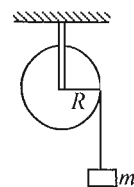


图 4

3. 如图 5 所示, 以水平力  $f$  打击悬挂在  $O$  点的刚体, 打击点为  $P$ 。设刚体的质量为  $m$ , 转动惯量为  $J$ , 质心  $C$  到  $O$  点的距离为  $r_c$ 。欲使打击过程中轴对刚体的切向力为 0, 则打击点  $P$  到\_\_\_\_\_。

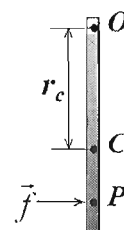


图 5

4. 在半径为  $R$ 、质量为  $M$  的均质水平圆转台上, 有一质量同为  $M$  的人相对转台静止地站在距转台竖直中心光滑轴  $R/2$  处, 正与转台一起绕轴以匀角速度  $\omega$  转动。这时人沿着转台的半径方向跑到了转台边缘, 则转台相对于地面的角速度将变为\_\_\_\_\_。

5. 一宇宙飞船相对于地球以  $0.8c$  的速度匀速飞行, 一光脉冲从船尾传到船头。飞船上的观测者测得飞船长为 50m, 则地球上的观测者测得光脉冲从船

尾发出到船头这两个事件的空间间隔为\_\_\_\_\_m。

6. 如图 6 所示, 一平行板电容器两极板的面积都是  $S$ , 相距为  $d$ , 分别维持电势  $U_A = U$  和  $U_B = 0$  不变。现将一块带电量为  $q$  的导体薄片  $C$  (厚度可忽略不计) 平行地放在两极板之间距上极板  $d/3$  处, 薄片的面积也是  $S$ 。忽略边缘效应, 则薄片的电势为\_\_\_\_\_。

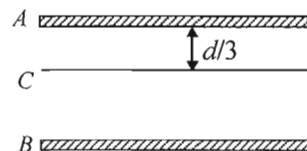


图 6

7. 质点在  $x$  轴上作简谐振动, 振幅为  $A$ , 角频率为  $\omega$ 。当  $t = 0$  时, 质点恰好经过平衡位置且向  $x$  轴正方向运动。则物体此后第一次运动到  $-A/2$  需要用时\_\_\_\_\_。

8. 一束由自然光和线偏振光组成的混合光, 垂直通过一偏振片, 测得透射光强度的最大值是最小值的 2 倍, 则入射光束中自然光与线偏振光的强度之比为\_\_\_\_\_。

9. 如图 7 所示, 长直单芯电缆的芯是一根圆柱形的金属导体, 它和导电外壁之间充满了相对磁导率为  $\mu_r$  的各向同性均匀磁介质。今有电流  $I$  均匀地流过芯的横截面并沿电缆外壁流回, 则磁介质中与电缆轴线距离为  $r$  处的磁场强度大小为\_\_\_\_\_。

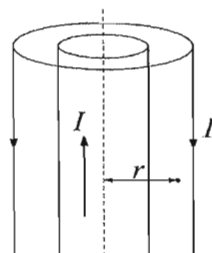


图 7

10. 如图8所示, 真空中有一无限长直导线, 其中自下而上通有随时间变化的电流  $I = I_0 e^{-kt}$  (式中  $k$  为大于零的常数), 另有一长和宽分别为  $b$  和  $l$  的单匝矩形线圈固定放置在导线所在的平面内, 线圈的左右边框与长直导线平行, 左边框与长直导线之间的距离为  $a$ 。则线圈中的感应电动势的大小为\_\_\_\_\_。

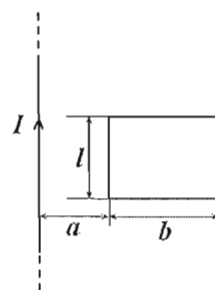


图 8

三、计算题（每小题 15 分，共 60 分）

1. 一人从 10m 深的井中提水。桶的质量为 1kg，起始时桶中装有 10kg 水。已知此水桶连续均匀地漏水，每升高 1m 要漏去 0.2kg 水。求此人将水桶匀速地从井底提到井口的过程中所做的功。

2.  $\nu$  摩尔刚性分子理想气体，经历如图 9 所示的直线过程从状态 A 到状态 B，已知状态 B 的体积是状态 A 的两倍。设分子的自由度数为  $i$ 。求：

(1) 此过程的热容；

(2) 气体的熵增量。

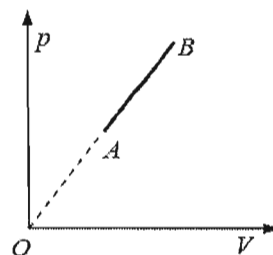


图 9

3. 电量  $Q$  均匀地分布在一个半径为  $R$ 、长为  $L$  ( $L \gg R$ ) 的绝缘长圆柱面上。当圆柱面以角加速度  $\alpha$  匀加速旋转时，求：与圆筒轴线距离为  $r$  处的感生电场的大小。

4. 一个光栅共有  $6 \times 10^4$  条透光狭缝，每条狭缝透光部分的宽度为 960nm。现用波长为 400nm 的平行光垂直入射到此光栅上，测得第 3 级主极大的衍射角为  $30^\circ$ 。

(1) 求光栅常数；

(2) 利用此光栅是否能分辨出 400nm 与 400.01nm 入射光的第 3 级主极大？为什么？

(3) 写出屏幕上可能出现的全部主极大的级次。