

电子科技大学

2015 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：811 大学物理

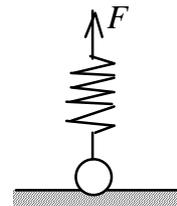
注：所有答案必须写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上均无效。

一、选择题（共 45 分，共 15 题，每题 3 分）

1.（本题 3 分）

今有一劲度系数为  $k$  的轻弹簧，竖直放置，下端悬一质量为  $m$  的小球，开始时使弹簧为原长而小球恰好与地接触，今将弹簧上端缓慢地提起，直到小球刚能脱离地面为止，在此过程中外力做功为

- (A)  $\frac{m^2 g^2}{4k}$
- (B)  $\frac{m^2 g^2}{3k}$
- (C)  $\frac{m^2 g^2}{2k}$
- (D)  $\frac{2m^2 g^2}{k}$
- (E)  $\frac{4m^2 g^2}{k}$



2.（本题 3 分）

如图所示，在光滑平面上有一个运动物体  $P$ ，在  $P$  的正前方有一个连有弹簧和挡板  $M$  的静止物体  $Q$ ，弹簧和挡板  $M$  的质量均不计， $P$  与  $Q$  的质量相同。物体  $P$  与  $Q$  碰撞后  $P$  停止， $Q$  以碰前  $P$  的速度运动。在此碰撞过程中，弹簧压缩量最大的时刻是

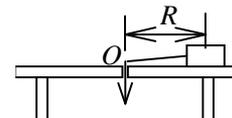
- (A)  $P$  的速度正好变为零时。
- (B)  $P$  与  $Q$  速度相等时。
- (C)  $Q$  正好开始运动时。
- (D)  $Q$  正好达到原来  $P$  的速度时。



3.（本题 3 分）

如图所示，一个小物体，位于光滑的水平桌面上，与一绳的一端相联结，绳的另一端穿过桌面中心的小孔  $O$ 。该物体原以角速度  $\omega$  在半径为  $R$  的圆周上绕  $O$  旋转，今将绳从小孔缓慢往下拉。则物体

- (A) 动能不变，动量改变。
- (B) 动量不变，动能改变。
- (C) 角动量不变，动量不变。
- (D) 角动量改变，动量改变。
- (E) 角动量不变，动能、动量都改变。



4.（本题 3 分）

刚体角动量守恒的充分而必要的条件是

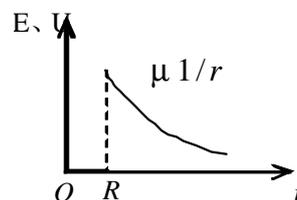
- (A) 刚体不受外力矩的作用。
- (B) 刚体所受合外力矩为零。

- (C) 刚体所受的合外力和合外力矩均为零.  
 (D) 刚体的转动惯量和角速度均保持不变.

5. (本题 3 分)

图中所示曲线表示球对称或轴对称静电场的某一物理量随径向距离  $r$  变化的关系, 请指出该曲线可描述下列哪方面内容( $E$  为电场强度的大小,  $U$  为电势):

- (A) 半径为  $R$  的无限长均匀带电圆柱体电场的  $E \sim r$  关系.  
 (B) 半径为  $R$  的无限长均匀带电圆柱面电场的  $E \sim r$  关系.  
 (C) 半径为  $R$  的均匀带正电球体电场的  $U \sim r$  关系.  
 (D) 半径为  $R$  的均匀带正电球面电场的  $U \sim r$  关系.



6. (本题 3 分)

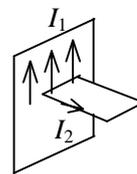
充了电的平行板电容器两极板(看作很大的平板)间的静电作用力  $F$  与两极板间的电压  $U$  的关系是:

- (A)  $F \propto U$ .                      (B)  $F \propto 1/U$ .  
 (C)  $F \propto 1/U^2$ .                (D)  $F \propto U^2$ .

7. (本题 3 分)

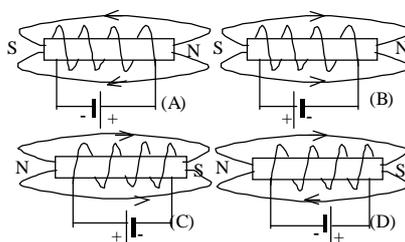
如图, 在一固定的载流大平板附近有一载流小线框能自由转动或平动. 线框平面与大平板垂直. 大平板的电流与线框中电流方向如图所示, 则通电线框的运动情况对着从大平板看是:

- (A) 靠近大平板.                      (B) 顺时针转动.  
 (C) 逆时针转动.                      (D) 离开大平板向外运动.



8. (本题 3 分)

图示载流铁芯螺线管, 其中哪个图画得正确? (即电源的正负极, 铁芯的磁性, 磁力线方向相互不矛盾.)



9. (本题 3 分)

两个通有电流的平面圆线圈相距不远, 如果要使其互感系数近似为零, 则应调整线圈的取向使

- (A) 两线圈平面都平行于两圆心连线.  
 (B) 两线圈平面都垂直于两圆心连线.  
 (C) 一个线圈平面平行于两圆心连线, 另一个线圈平面垂直于两圆心连线.  
 (D) 两线圈中电流方向相反.

[       ]

10. (本题 3 分)

两相干波源  $S_1$  和  $S_2$  相距  $l/4$ , ( $l$  为波长),  $S_1$  的相位比  $S_2$  的相位超前  $\frac{1}{2}\pi$ , 在  $S_1, S_2$  的连线上,  $S_1$  外侧各点 (例如  $P$  点) 两波引起的两谐振动的相位差是:

- (A) 0. (B)  $\frac{1}{2}\pi$ . (C)  $\pi$ . (D)  $\frac{3}{2}\pi$ .

11. (本题 3 分)

波长  $\lambda = 500\text{nm}$  ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ) 的单色光垂直照射到宽度  $a = 0.25\text{mm}$  的单缝上, 单缝后面放置一凸透镜, 在凸透镜的焦平面上放置一屏幕, 用以观测衍射条纹. 今测得屏幕上中央明条纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为  $d = 12\text{mm}$ , 则凸透镜的焦距  $f$  为

- (A) 2 m. (B) 1 m.  
(C) 0.5 m. (D) 0.2 m.  
(E) 0.1 m.

12. (本题 3 分) 有一直尺固定在  $K'$  系中, 它与  $Ox'$  轴的夹角  $q' = 45^\circ$ , 如果  $K'$  系以匀速度沿  $Ox$  方向相对于  $K$  系运动,  $K$  系中观察者测得该尺与  $Ox$  轴的夹角

- (A) 大于  $45^\circ$ . (B) 小于  $45^\circ$ .  
(C) 等于  $45^\circ$  (D) 当  $K'$  系沿  $Ox$  正方向运动时大于  $45^\circ$ , 而当  $K'$  系沿  $Ox$  负方向运动时小于  $45^\circ$

13. (本题 3 分) 用频率为  $\nu_1$  的单色光照射某种金属时, 测得饱和电流为  $I_1$ , 以频率为  $\nu_2$  的单色光照射该金属时, 测得饱和电流为  $I_2$ , 若  $I_1 > I_2$ , 则

- (A)  $\nu_1 > \nu_2$ . (B)  $\nu_1 < \nu_2$ .  
(C)  $\nu_1 = \nu_2$ . (D)  $\nu_1$  与  $\nu_2$  的关系还不能确定.

14. (本题 3 分)

氢原子中处于 3d 量子态的电子, 描述其量子态的四个量子数 ( $n, l, m_l, m_s$ ) 可能取的值为

- (A)  $(3, 0, 1, -\frac{1}{2})$ . (B)  $(1, 1, 1, -\frac{1}{2})$ .  
(C)  $(2, 1, 2, \frac{1}{2})$ . (D)  $(3, 2, 0, \frac{1}{2})$ .

15. (本题 3 分)

按照原子的量子理论, 原子可以通过自发辐射和受激辐射的方式发光, 它们所产生的光的特点是:

- (A) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的, 原子受激辐射的光与入射光是不相干的.  
(B) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的, 原子受激辐射的光与入射光是相干的.  
(C) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的, 原子受激辐射的光与入射光是不相干的.  
(D) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的, 原子受激辐射的光与入射光是相干的.

## 二、填空题 (共 37 分, 共 11 题)

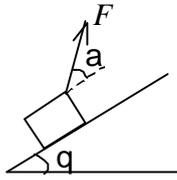
16. (本题 3 分) 一质点从静止出发沿半径  $R = 1\text{m}$  的圆周运动, 其角加速度随时间  $t$  的变化规律是  $b = 12t^2 - 6t$  (SI), 则质点的角速  $\omega =$  \_\_\_\_\_; 切向加速度  $a_t =$  \_\_\_\_\_.

17 (本题 3 分)

地球的质量为  $m$ , 太阳的质量为  $M$ , 地心与日心的距离为  $R$ , 引力常量为  $G$ , 则地球绕太阳作圆周运动的轨道角动量为  $L =$  \_\_\_\_\_.

18. (本题 3 分)

如图所示，一斜面倾角为 $q$ ，用与斜面成 $a$ 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 $m$  摩擦力在此过程中所作的功  $W_f =$ \_\_\_\_\_.



19. (本题 4 分)

一定量的理想气体贮于某一容器中，温度为 $T$ ，气体分子的质量为 $m$ 。根据理想气体分子模型和统计假设，分子速度在 $x$ 方向的分量的下列平均值

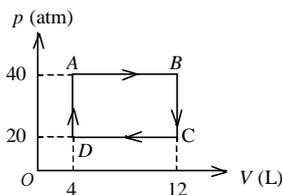
$$\overline{v_x} = \text{_____},$$

$$\overline{v_x^2} = \text{_____}.$$

20 (本题 3 分)

如图所示，理想气体从状态 $A$ 出发经 $ABCD A$ 循环过程，回到初态 $A$ 点，则循环过

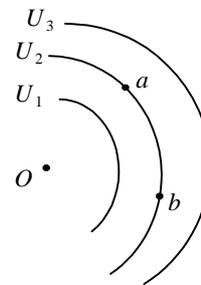
程中气体净吸的热量为  $Q =$ \_\_\_\_\_.



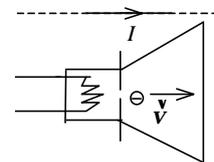
21. (本题 3 分)

图中所示以 $O$ 为心的各圆弧为静电场的等势(位)线图，已知 $U_1 < U_2 < U_3$ ，在图上画出 $a$ 、 $b$ 两点的电场强度的方向，并

比较它们的大小.  $E_a$ \_\_\_\_\_  $E_b$ (填 $<$ 、 $=$ 、 $>$ ).

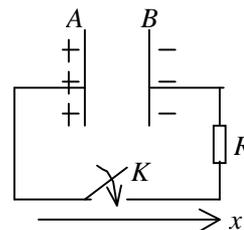


22. (本题 3 分) 在阴极射线管的上方平行管轴方向上放置一长直载流导线，电流方向如图所示，那么射线应\_\_\_\_\_偏转.



23. (本题 4 分) 图示一充电后的平行板电容器， $A$ 板带正电， $B$ 板带负电。当将开关 $K$ 合上放电时， $AB$ 板之间的电场方向为

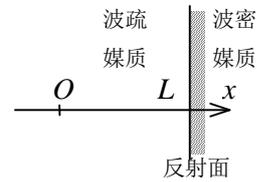
\_\_\_\_\_，位移电流的方向为 \_\_\_\_\_(按图上所标 $x$ 轴正方向来回答)。



24. (本题 5 分)

(1) 一列波长为  $\lambda$  的平面简谐波沿  $x$  轴正方向传播. 已知在  $x = \frac{1}{2}\lambda$  处振动的方程为  $y = A\cos\omega t$ , 则该平面简谐波的表达式为\_\_\_\_\_.

(2) 如果在上述波的波线上  $x = L$  ( $L > \frac{1}{2}\lambda$ ) 处放一如图所示的反射面, 且假设反射波的振幅为  $A'$ , 则反射波的表达式为



\_\_\_\_\_ ( $x \leq L$ ).

25. (本题 3 分)

在弦线上有一驻波, 其表达式为  $y = 2A\cos(2\pi x/\lambda)\cos(2\pi nt)$ , 两个相邻波节之间的距离是\_\_\_\_\_.

26. (本题 3 分)

以速度  $v$  相对于地球作匀速直线运动的恒星所发射的光子, 其相对于地球的速度大小为\_\_\_\_\_.

### 三、计算题 (共 50 分, 共 6 题)

27. (本题 10 分)

一炮弹发射后在其运行轨道上的最高点  $h = 19.6 \text{ m}$  处炸裂成质量相等的两块. 其中一块在爆炸后 1 秒钟落到爆炸点正下方的地面上. 设此处与发射点的距离  $S_1 = 1000 \text{ m}$ , 问另一块落地点与发射地点间的距离是多少? (空气阻力不计,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ )

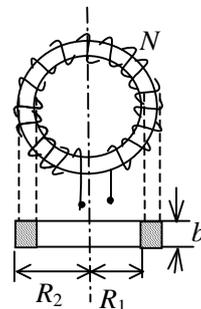
28. (本题 10 分)

在盖革计数器中有一直径为  $2.00 \text{ cm}$  的金属圆筒, 在圆筒轴线上有一条直径为  $0.134 \text{ mm}$  的导线. 如果在导线与圆筒之间加上  $850 \text{ V}$  的电压, 试分别求: (1) 导线表面处 (2) 金属圆筒内表面处的电场强度的大小.

29. (本题 10 分)

横截面为矩形的环形螺线管, 圆环内外半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ , 芯子材料的磁导率为  $\mu$ , 导线总匝数为  $N$ , 绕得很密, 若线圈通电流  $I$ , 求.

- (1) 芯子中的  $B$  值和芯子截面的磁通量.
- (2) 在  $r < R_1$  和  $r > R_2$  处的  $B$  值.



30. (本题 5 分)

一面积为  $S$  的单匝平面线圈, 以恒定角速度  $\omega$  在磁感强度  $\vec{B} = B_0 \sin \omega t \vec{k}$  的均匀外磁场中转动, 转轴与线圈共面且与  $\vec{B}$  垂直 ( $\vec{k}$  为沿  $z$  轴的单位矢量). 设  $t=0$  时线圈的正法向与  $\vec{k}$  同方向, 求线圈中的感应电动势.

31. (本题 5 分)

一电子以  $v = 0.99c$  ( $c$  为真空中光速) 的速率运动. 试求:

(1) 电子的总能量是多少?

(2) 电子的经典力学的动能与相对论动能之比是多少? (电子静止质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ )

32. (本题 10 分)

$\alpha$  粒子在磁感应强度为  $B = 0.025 \text{ T}$  的均匀磁场中沿半径为  $R = 0.83 \text{ cm}$  的圆形轨道运动.

(1) 试计算其德布罗意波长.

(2) 若使质量  $m = 0.1 \text{ g}$  的小球以与  $\alpha$  粒子相同的速率运动. 则其波长为多少?

( $\alpha$  粒子的质量  $m_\alpha = 6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , 普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , 基本电荷  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

#### 四、证明题 (共 13 分, 共 2 题)

33. (本题 5 分)

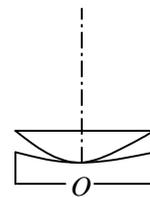
一定量的理想气体由初态 ( $p_0, V_0$ ) 经绝热过程膨胀至末态 ( $p, V$ ). 试证明在这个过程中气体做功为:

$$W = \frac{p_0 V_0 - pV}{g - 1} \quad (g = C_p / C_v)$$

34 (本题 8 分)

利用牛顿环的条纹可以测定平凹透镜的凹球面的曲率半径, 方法是将已知半径的平凸透镜的凸球面放置在待测的凹球面上, 在两球面间形成空气薄层, 如图所示, 用波长为  $\lambda$  的平行单色光垂直照射, 观察反射光形成的干涉条纹. 试证明若中心  $O$  点处刚好接触, 则第  $k$  个暗环的半径  $r_k$  与凹球面半径  $R_2$ , 凸面半径  $R_1$  ( $R_1 < R_2$ ) 及入射光波长  $\lambda$  的关系为

$$r_k^2 = R_1 R_2 k \lambda / (R_2 - R_1) \quad (k=1,2,3 \dots)$$



#### 五、问答题 (共 5 分, 共 1 题)

35. (本题 5 分) 在静电场空间做一闭合曲面, 如果在该闭合曲面上场强处处为零, 能否说明此闭合曲面内一定无电荷? 举例说明.