

## 河北工业大学 2010 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [B] 卷

科目名称 普通物理学 科目代码 713 共 7 页适用专业、领域 生物物理学

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、选择题（共 75 分，每题 3 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

1. 对于沿曲线运动的物体，以下几种说法中哪一种是正确的

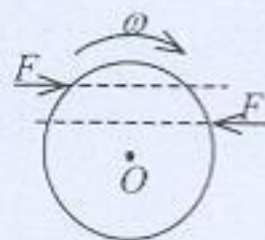
- (A) 切向加速度必不为零  
 (B) 法向加速度必不为零（拐点处除外）  
 (C) 由于速度沿切线方向，法向分速度必为零，因此法向加速度必为零  
 (D) 若物体作匀速率运动，其总加速度必为零 [ ]

2. 用一根细线吊一重物，重物质量为 5 kg，重物下面再系一根同样的细线，细线只能经受 70 N 的拉力。现在突然向下拉一下下面的线，设力最大值为 50 N，则

- (A) 下面的线先断 (B) 上面的线先断  
 (C) 两根线一起断 (D) 两根线都不断 [ ]

3. 一力学系统由两个质点组成，它们之间只有万有引力作用，若两质点所受外力的矢量和为零，则此系统

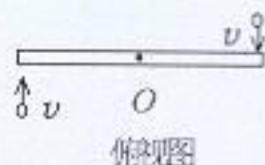
- (A) 动量、机械能以及对一轴的角动量都守恒  
 (B) 动量、机械能守恒，但角动量是否守恒不能判断  
 (C) 动量守恒，但机械能和角动量是否守恒不能判断  
 (D) 动量和角动量守恒，但机械能是否守恒不能判断 [ ]

4. 一圆盘绕过盘心且与盘面垂直的光滑固定轴  $O$  以角速度  $\omega$  按图示方向转动。若如图所示的情况那样，将两个大小相等方向相反但不在同一条直线的力  $F$  沿盘面同时作用到圆盘上，则圆盘的角速度

- (A) 必然增大. (B) 必然减少.  
 (C) 不会改变. (D) 如何变化，不能确定. [ ]

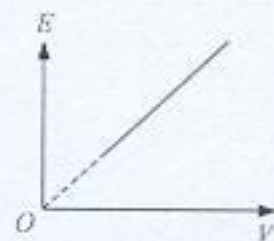
5. 光滑的水平桌面上, 有一长为  $2L$ 、质量为  $m$  的匀质细杆, 可绕过其中点且垂直于杆的竖直光滑固定轴  $O$  自由转动, 其转动惯量为  $\frac{1}{3}mL^2$ , 起初杆静止. 桌面

上有两个质量均为  $m$  的小球, 各自在垂直于杆的方向上, 正对着杆的一端, 以相同速率  $v$  相向运动, 如图所示. 当两小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后, 就与杆粘在一起转动, 则这一系统碰撞后的转动角速度应为



- (A)  $\frac{2v}{3L}$       (B)  $\frac{4v}{5L}$       (C)  $\frac{6v}{7L}$       (D)  $\frac{8v}{9L}$       [      ]

6. 一定质量的理想气体的内能  $E$  随体积  $V$  的变化关系为一直线 (其延长线过  $E-V$  图的原点), 则此直线表示的过程为



- (A) 等温过程      (B) 等压过程  
(C) 等体过程      (D) 绝热过程      [      ]

7. 理想气体向真空作绝热膨胀

- (A) 膨胀后, 温度不变, 压强减小, 熵增加  
(B) 膨胀后, 温度降低, 压强减小, 熵减小  
(C) 膨胀后, 温度升高, 压强减小, 熵不变  
(D) 膨胀后, 温度不变, 压强不变, 熵增加      [      ]

8. 在一密闭容器中, 储有 A、B、C 三种理想气体, 处于平衡状态. A 种气体的分子数密度为  $n$ , 它产生的压强为  $p$ , B 种气体的分子数密度为  $2n$ , C 种气体的分子数密度为  $3n$ , 则混合气体的压强  $P$  为

- (A)  $3p$       (B)  $4p$   
(C)  $5p$       (D)  $6p$       [      ]

9. 一倔强系数为  $k$  的轻弹簧截成三等份, 取出其中的两根, 将它们并联在一起, 下面挂一质量为  $m$  的物体, 则振动系统的频率为

- (A)  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$       (B)  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{6k}{m}}$   
(C)  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3k}{m}}$       (D)  $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{3m}}$       [      ]

10. 一平面简谐波在弹性介质中传播, 某媒质元从最大位移处回到平衡位置的过程中, 下述各结论哪个是正确的?

- (A) 媒质元的振动动能增大, 弹性势能减少, 机械能守恒
- (B) 媒质元的振动动能增大, 弹性势能增大, 机械能不守恒
- (C) 媒质元的振动动能减少, 弹性势能增大, 机械能守恒
- (D) 媒质元的振动动能减少, 弹性势能减少, 机械能不守恒 [     ]

11. 当驻波上所有质点同时到达平衡位置时

- (A) 驻波的能量为动能, 集中在波节附近
- (B) 驻波的能量为动能, 集中在波腹附近
- (C) 驻波的能量为势能, 集中在波节附近
- (D) 驻波的能量为势能, 集中在波腹附近 [     ]

12. 如图 *a* 所示, 一光学平板玻璃 *A* 与待测工件 *B* 之间形成空气劈尖, 用波长  $\lambda = 600\text{nm}$  ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ) 的单色光垂直照射, 看到反射光的干涉条纹如图 *b* 所示。有些条纹弯曲部分的顶点恰好与其右边条纹的直线部分的切线相切。则工件的上表面缺陷是

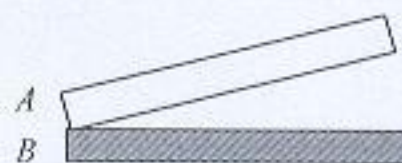


图 *a*

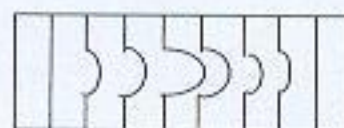


图 *b*

- (A) 不平处为凸起纹, 最大高度为  $600\text{nm}$
- (B) 不平处为凸起纹, 最大高度为  $300\text{nm}$
- (C) 不平处为凹槽, 最大深度为  $600\text{nm}$
- (D) 不平处为凹槽, 最大深度为  $350\text{nm}$  [     ]

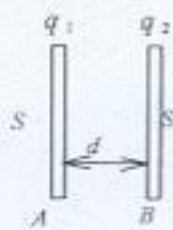
13. 在双缝衍射实验中, 保持双缝  $S_1$  和  $S_2$  的中心之间的距离  $d$  不变, 而把两条缝的宽度  $a$  略微加宽, 则

- (A) 单缝衍射的中央主极大变宽, 其中所包含的干涉条纹数目变少.
- (B) 单缝衍射的中央主极大变宽, 其中所包含的干涉条纹数目变多.
- (C) 单缝衍射的中央主极大变宽, 其中所包含的干涉条纹数目不变.
- (D) 单缝衍射的中央主极大变窄, 其中所包含的干涉条纹数目变少. [     ]

14. 一面积为  $S$ , 极板间距为  $d$  的空气平行板电容器, 充电至电量为  $q$  与电源断开后, 用力将两极板慢慢拉开, 使板间距离增至  $2d$ , 则外力  $F$  在拉开平板的过程中做的功为

- (A)  $-\frac{q^2 d}{2\epsilon_0 S}$      (B)  $\frac{q^2 d}{2\epsilon_0 S}$      (C)  $-\frac{q^2 d}{\epsilon_0 S}$      (D)  $\frac{q^2 d}{\epsilon_0 S}$  [     ]

15. 两块面积均为  $S$  的金属平板  $A$  和  $B$  彼此平行放置, 板间距离为  $d$  ( $d$  远小于板的线度), 设  $A$  板带有电荷  $q_1$ ,  $B$  板带有电荷  $q_2$ , 则  $AB$  两板间的电势差  $U_{AB}$  为

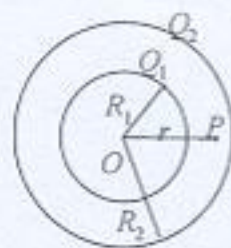


(A)  $\frac{q_1 + q_2}{2\epsilon_0 S} d$       (B)  $\frac{q_1 + q_2}{4\epsilon_0 S} d$

(C)  $\frac{q_1 - q_2}{2\epsilon_0 S} d$       (D)  $\frac{q_1 - q_2}{4\epsilon_0 S} d$

[      ]

16. 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面半径为  $R_1$ 、带电荷  $Q_1$ , 外球面半径为  $R_2$ 、带电荷  $Q_2$ . 设无穷远处为电势零点, 则在两个球面之间、距离球心为  $r$  处的  $P$  点的电势  $U$  为:

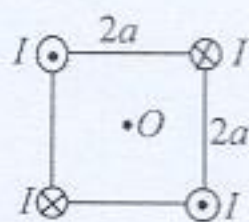


(A)  $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$       (B)  $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$

(C)  $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$       (D)  $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$

[      ]

17. 四条皆垂直于纸面的载流细长直导线, 每条中的电流皆为  $I$ . 这四条导线被纸面截得的断面, 如图所示, 它们组成了边长为  $2a$  的正方形的四个角顶, 每条导线中的电流流向亦如图所示. 则在图中正方形中心点  $O$  的磁感强度的大小为



(A)  $B = \frac{2\mu_0}{\pi a} I$       (B)  $B = \frac{\sqrt{2}\mu_0}{2\pi a} I$

(C)  $B = 0$       (D)  $B = \frac{\mu_0}{\pi a} I$

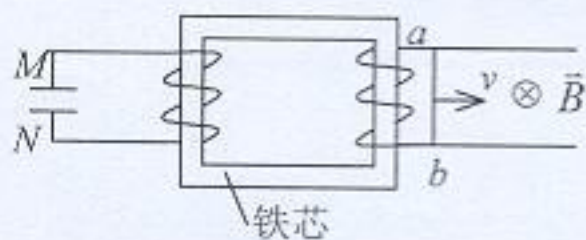
[      ]

18. 如图, 一导体棒  $ab$  在均匀磁场中沿金属导轨向右作匀加速运动, 磁场方向垂直导轨所在平面. 若导轨电阻忽略不计, 并设铁芯磁导率为常数, 则达到稳定后在电容器的  $M$  极板上

(A) 带有一定的正电荷      (B) 带有一定的负电荷

(C) 带有越来越多的正电荷      (D) 带有越来越多的负电荷

[      ]



19. 已知圆环式螺线管的自感系数为  $L$ 。若将螺线管锯成两个半环式的螺线管，则两个半环式的螺线管自感系数

- (A) 都等于  $\frac{1}{2}L$       (B) 有一个大于  $\frac{1}{2}L$ ，另一个小于  $\frac{1}{2}L$   
 (C) 都大于  $\frac{1}{2}L$       (D) 都小于  $\frac{1}{2}L$       [      ]

20. 宇宙飞船相对于地面以速度  $v$  作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号，经过  $\Delta t$ （飞船上的钟）时间后，被尾部的接收器收到，则由此可知飞船的固有长度为（ $c$  表示真空中光速）

- (A)  $c \cdot \Delta t$       (B)  $v \cdot \Delta t$   
 (C)  $\frac{c \cdot \Delta t}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$       (D)  $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1-(v/c)^2}$       [      ]

21. 设某微观粒子的总能量是它的静止能量的  $K$  倍，则其运动速度的大小为（以  $c$  表示真空中的光速）

- (A)  $\frac{c}{K-1}$       (B)  $\frac{c}{K} \sqrt{1-K^2}$   
 (C)  $\frac{c}{K} \sqrt{K^2-1}$       (D)  $\frac{c}{K+1} \sqrt{K(K+2)}$       [      ]

22. 金属光电效应的红线频率依赖于

- (A) 入射光的频率      (B) 入射光的强度  
 (C) 金属的逸出功      (D) 入射光的频率和金属的逸出功      [      ]

23. 光子能量为  $0.5 \text{ MeV}$  的 X 射线，入射到某种物质上而发生康普顿散射，若反冲电子的能量为  $0.1 \text{ MeV}$ ，则散射光波长的改变量  $\Delta\lambda$  与入射光波长  $\lambda_0$  之比为

- (A) 0.20      (B) 0.25      (C) 0.30      (D) 0.35      [      ]

24. 假定氢原子原是静止的，则氢原子从  $n=3$  的激发状态直接通过辐射跃迁到基态时的反冲速度大约是（氢原子的质量  $m=1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ）

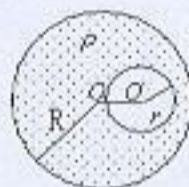
- (A)  $10m / s$       (B)  $100m / s$   
 (C)  $4m / s$       (D)  $400m / s$       [      ]

25. 由氢原子理论知, 当大量氢原子处于  $n=3$  的激发态时, 原子跃迁将发出  
 (A) 一种波长的光                      (B) 两种波长的光  
 (C) 三种波长的光                      (D) 连续光谱                      [      ]

二、填空题 (共 25 分, 每题 5 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. 渔人在河上乘舟逆流航行, 经一桥下时, 一只木桶落于水中, 半小时后发现, 马上回头追赶, 于桥的下游 5000 米处赶上, 若舟相对水的航速不变, 则水流速度大小为\_\_\_\_\_。

2. 一球体内均匀分布着电荷体密度为  $\rho$  的正电荷, 若保持电荷分布不变, 在该球体挖去半径为  $r$  的一个小球体, 球心为  $O'$ , 两球心间距离  $\overline{OO'} = d$ , 空腔内电场强度大小和方向\_\_\_\_\_。



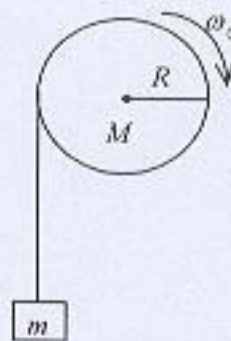
3. 一根无限长直导线载有电流  $I$ , 电流均匀地分布在导线的横截面上, 取导线介质的  $\mu = \mu_0$ , 则该导线单位长度所贮存的磁能为\_\_\_\_\_。

4. 一宇宙飞船相对地面以  $0.8c$  的速度飞行, 一光脉冲从船尾传到船头, 飞船上的观察者测得飞船长度 90m, 地球上的观察者测得光脉冲从船尾传到船头两事件的空间间隔\_\_\_\_\_。

5. 根据氢原子理论, 若大量氢原子处于主量子数  $n = 5$  的激发态, 则跃迁辐射的谱线可以有\_\_\_\_\_条, 其中属于巴耳末系的谱线有\_\_\_\_\_条。

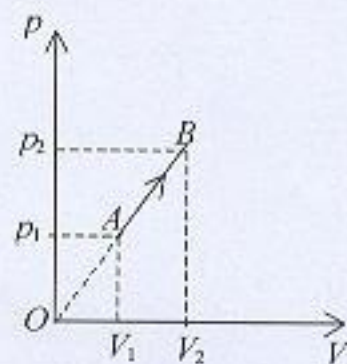
三、计算题 (共 50 分, 每题 10 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. [10 分] 一轴承光滑的定滑轮, 质量为  $M=2.00 \text{ kg}$ , 半径为  $R=0.10 \text{ m}$ , 一根不能伸长的轻绳, 一端固定在定滑轮上, 另一端系有一质量为  $m = 5.0 \text{ kg}$  的物体, 如图所示. 已知定滑轮的转动惯量为  $J = \frac{1}{2} MR^2$ , 其初角速度  $\omega_0 = 10.0 \text{ rad/s}$ , 方向垂直纸面向里. 求:



- (1) 定滑轮的角加速度的大小和方向;
- (2) 定滑轮的角速度变化到  $\omega = 0$  时, 物体上升的高度;
- (3) 当物体回到原来位置时, 定滑轮的角速度的大小和方向.

2. [10分] 1 mol 双原子分子理想气体从状态  $A(p_1, V_1)$  沿  $P-V$  图所示直线变化到状态  $B(p_2, V_2)$ , 试求:



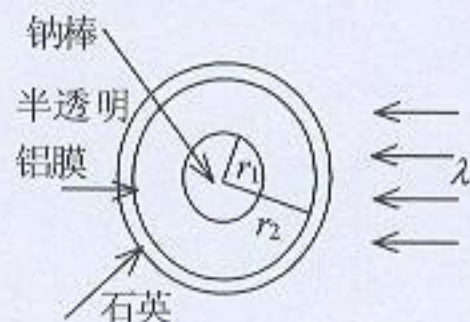
- (1) 气体的内能增量.
- (2) 气体对外界所作的功.
- (3) 气体吸收的热量.
- (4) 此过程的摩尔热容.

(摩尔热容  $C_m = \Delta Q / \Delta T$ , 其中  $\Delta Q$  表示 1 mol 物质在过程中升高温度  $\Delta T$  时所吸收的热量.)

3. [10分] 波长为 600nm 的单色光垂直入射在一光栅上, 第二、第三级明纹分别出现在  $\sin \varphi = 0.20$  与  $\sin \varphi = 0.30$  处, 第四级缺级。试问:

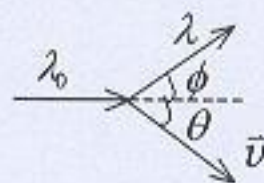
- (1) 光栅上相邻两缝的间距是多少?
- (2) 光栅上狭缝的宽度有多大?
- (3) 按上述选定的 a, b 值, 在  $-90^\circ < \varphi < 90^\circ$  范围内, 实际呈现的全部级数?

4. [10分] 一共轴系统的横截面如图所示, 外面为石英圆筒, 内壁敷上半透明的铝薄膜, 内径  $r_2 = 1$  cm, 长为 20 cm, 中间为一圆柱形钠棒, 半径  $r_1 = 0.6$  cm, 长亦为 20 cm, 整个系统置于真空中. 今用波长  $\lambda = 300\text{nm}$  的单色光照射系统. 忽略边缘效应, 求平衡时钠棒所带的电荷. 已知钠的红限波长为  $\lambda_m = 540\text{nm}$ , 铝的红限波长为  $\lambda'_m = 296\text{nm}$ .



(基本电荷  $e = 1.60 \times 10^{-19}$  C, 普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34}$  J·s, 真空电容率  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$  C<sup>2</sup>·N<sup>-1</sup>·m<sup>-2</sup>)

5. [10分] 证明在康普顿散射实验中, 波长为  $\lambda_0$  的一个光子与质量为  $m_0$  的静止电子碰撞后, 电子的反冲角  $\theta$  与光子散射角  $\phi$  之间的关系为:



$$\text{tg } \theta = \left[ \left( 1 + \frac{h}{m_0 c \lambda_0} \right) \text{tg} \left( \frac{\phi}{2} \right) \right]^{-1}$$