

2011 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目(代码)名称: (847) 大学物理学

满分 150 分

(考生注意: 答卷封面需填写自己的准考证编号, 答完后连同本试题一并交回!)

一. 选择题(每题 3 分, 共 15 题)

1. 把一个静止质量为  $m_0$  的粒子, 由静止加速到  $v = 0.6c$  ( $c$  为真空中光速) 需作的功等于

- (A)  $0.18m_0c^2$ . (B)  $0.25m_0c^2$ .  
(C)  $0.36m_0c^2$ . (D)  $1.25m_0c^2$ . [ ]

2. 一质点作直线运动, 某时刻的瞬时速度  $v = 2 \text{ m/s}$ , 瞬时加速度  $a = -2 \text{ m/s}^2$ , 则一秒钟后质点的速度

- (A) 等于零. (B) 等于  $-2 \text{ m/s}$ .  
(C) 等于  $2 \text{ m/s}$ . (D) 不能确定. [ ]

3. 某物体的运动规律为  $dv/dt = -kv^2t$ , 式中的  $k$  为大于零的常量. 当  $t = 0$  时, 初速为  $v_0$ , 则速度  $v$  与时间  $t$  的函数关系是

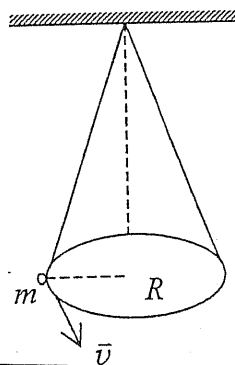
- (A)  $v = \frac{1}{2}kt^2 + v_0$ , (B)  $v = -\frac{1}{2}kt^2 + v_0$ ,  
(C)  $\frac{1}{v} = \frac{kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$ , (D)  $\frac{1}{v} = -\frac{kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$  [ ]

4. 下列说法哪一条正确?

- (A) 加速度恒定不变时, 物体运动方向也不变.  
(B) 平均速率等于平均速度的大小.  
(C) 不管加速度如何, 平均速率表达式总可以写成( $v_1$ 、 $v_2$  分别为初、末速率)  
 $\bar{v} = (v_1 + v_2)/2$ .  
(D) 运动物体速率不变时, 速度可以变化. [ ]

5. 如图所示, 圆锥摆的摆球质量为  $m$ , 速率为  $v$ , 圆半径为  $R$ , 当摆球在轨道上运动半周时, 摆球所受重力冲量的大小为

- (A)  $2mv$ . (B)  $\sqrt{(2mv)^2 + (mg\pi R/v)^2}$   
(C)  $\pi Rmg/v$ . (D) 0. [ ]



6. 质量分别为  $m$  和  $4m$  的两个质点分别以动能  $E$  和  $4E$  沿一直线相向运动, 它们的总动量大小为

- (A)  $2\sqrt{2mE}$  (B)  $3\sqrt{2mE}$   
(C)  $5\sqrt{2mE}$  (D)  $(2\sqrt{2}-1)\sqrt{2mE}$

[ ]

7. 质量为  $m$  的质点在外力作用下, 其运动方程为

$$\vec{r} = A \cos \omega t \vec{i} + B \sin \omega t \vec{j}$$

式中  $A$ 、 $B$ 、 $\omega$  都是正的常量. 由此可知外力在  $t=0$  到  $t=\pi/(2\omega)$  这段时间内所作的功为

- (A)  $\frac{1}{2}m\omega^2(A^2+B^2)$  (B)  $m\omega^2(A^2+B^2)$   
(C)  $\frac{1}{2}m\omega^2(A^2-B^2)$  (D)  $\frac{1}{2}m\omega^2(B^2-A^2)$

[ ]

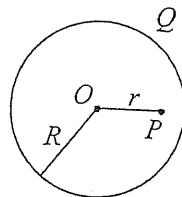
8. 两个相同的容器, 一个盛氢气, 一个盛氦气(均视为刚性分子理想气体), 开始时它们的压强和温度都相等, 现将  $6\text{ J}$  热量传给氦气, 使之升高到一定温度. 若使氢气也升高同样温度, 则应向氢气传递热量

- (A)  $12\text{ J}$ . (B)  $10\text{ J}$ .  
(C)  $6\text{ J}$ . (D)  $5\text{ J}$ .

[ ]

9. 如图所示, 半径为  $R$  的均匀带电球面, 总电荷为  $Q$ , 设无穷远处的电势为零, 则球内距离球心为  $r$  的  $P$  点处的电场强度的大小和电势为:

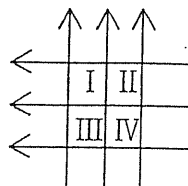
- (A)  $E=0$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ .  
(B)  $E=0$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ .  
(C)  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ .  
(D)  $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ,  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ .



[ ]

10. 图中, 六根无限长导线互相绝缘, 通过电流均为  $I$ , 区域 I、II、III、IV 均为相等的正方形, 哪一个区域指向纸内的磁通量最大?

- (A) I 区域. (B) II 区域.  
(C) III 区域. (D) IV 区域.  
(E) 最大不止一个.



[ ]

11. 两个质点各自作简谐振动, 它们的振幅相同、周期相同. 第一个质点的振动方程为  $x_1 = A \cos(\omega t + \alpha)$ . 当第一个质点从相对于其平衡位置的正位移处回到平衡位置时, 第二个质点正在最大正位移处. 则第二个质点的振动方程为

- (A)  $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha + \frac{1}{2} \pi)$ . (B)  $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha - \frac{1}{2} \pi)$ .  
 (C)  $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha - \frac{3}{2} \pi)$ . (D)  $x_2 = A \cos(\omega t + \alpha + \pi)$ . [ ]

12. 一质点作简谐振动, 周期为  $T$ . 质点由平衡位置向  $x$  轴正方向运动时, 由平衡位置到二分之一最大位移这段路程所需要的时间为

- (A)  $T/4$ . (B)  $T/6$   
 (C)  $T/8$  (D)  $T/12$  [ ]

13. 一束平行单色光垂直入射在光栅上, 当光栅常数( $a+b$ )为下列哪种情况时( $a$  代表每条缝的宽度),  $k=3, 6, 9$  等级次的主极大均不出现?

- (A)  $a+b=2a$ . (B)  $a+b=3a$ .  
 (C)  $a+b=4a$ . (A)  $a+b=6a$ . [ ]

14. 若用衍射光栅准确测定一单色可见光的波长, 在下列各种光栅常数的光栅中选用哪一种最好?

- (A)  $5.0 \times 10^{-1}$  mm. (B)  $1.0 \times 10^{-1}$  mm.  
 (C)  $1.0 \times 10^{-2}$  mm. (D)  $1.0 \times 10^{-3}$  mm. [ ]

15. 根据相对论力学, 动能为 0.25 MeV 的电子, 其运动速度约等于

- (A)  $0.1c$  (B)  $0.5c$   
 (C)  $0.75c$  (D)  $0.85c$  [ ]

( $c$  表示真空中的光速, 电子的静能  $m_0 c^2 = 0.51$  MeV)

## 二. 填空题 (每题 4 分, 共 10 题)

1. 一质点沿  $x$  方向运动, 其加速度随时间变化关系为

$$a = 3 + 2t \quad (\text{SI}),$$

如果初始时质点的速度  $v_0$  为 5 m/s, 则当  $t$  为 3s 时, 质点的速度

$v =$  \_\_\_\_\_.

2. 质点  $p$  在一直线上运动, 其坐标  $x$  与时间  $t$  有如下关系:

$$x = -A \sin \omega t \quad (\text{SI}) \quad (A \text{ 为常数})$$

(1) 任意时刻  $t$ , 质点的加速度  $a =$  \_\_\_\_\_;

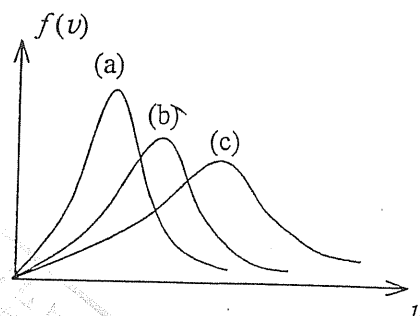
(2) 质点速度为零的时刻  $t =$  \_\_\_\_\_.

3. 一观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动着的米尺的长度为  $0.5 \text{ m}$ . 则此米尺以速度  $v =$  \_\_\_\_\_  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  接近观察者.

4. 图示曲线为处于同一温度  $T$  时氦 (原子量 4)、氖 (原子量 20) 和氩 (原子量 40) 三种气体分子的速率分布曲线. 其中

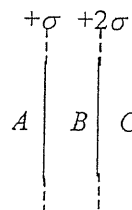
曲线 (a) 是 \_\_\_\_\_ 气分子的速率分布曲线;

曲线 (c) 是 \_\_\_\_\_ 气分子的速率分布曲线;



5. 两个平行的“无限大”均匀带电平面, 其电荷面密度分别为  $+\sigma$  和  $+2\sigma$ , 如图所示, 则 A、B、C 三个区域的电场强度分别为:

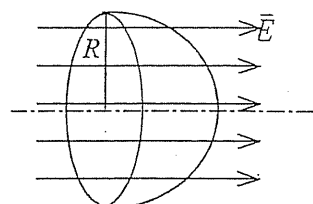
$E_A =$  \_\_\_\_\_,  $E_B =$  \_\_\_\_\_,  $E_C =$  \_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_ (设方向向右为正).

6. 半径为  $R$  的半球面置于场强为  $\vec{E}$  的均匀电场中, 其对称轴与场强方向一致, 如图所示. 则通过该半球面的

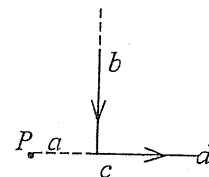
电场强度通量为 \_\_\_\_\_.



7. 两个带电粒子, 以相同的速度垂直磁感线飞入匀强磁场, 它们的质量之比是  $1:4$ , 电荷之比是  $1:2$ , 它们所受的磁场力之比是 \_\_\_\_\_, 运动轨迹半径之比是 \_\_\_\_\_.

8. 一条无限长载流导线折成如图示形状, 导线上通有电流  $I = 10 \text{ A}$ .  $P$  点在  $cd$  的延长线上, 它到折点的距离  $a = 2 \text{ cm}$ ,

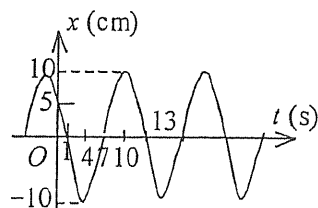
则  $P$  点的磁感强度  $B =$  \_\_\_\_\_  
( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$ )



9. 一简谐振动用余弦函数表示, 其振动曲线如图所示, 则此简谐振动的三个特征量为

$A =$  \_\_\_\_\_;  $\omega =$  \_\_\_\_\_;

$\phi =$  \_\_\_\_\_.



10. 在双缝干涉实验中, 所用单色光波长为  $\lambda = 562.5 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), 双缝与观察屏的距离  $D = 1.2 \text{ m}$ , 若测得屏上相邻明条纹间距为  $\Delta x = 1.5 \text{ mm}$ , 则双缝的

间距  $d =$  \_\_\_\_\_.

### 三. 简答题 (每题 5 分, 共 2 题)

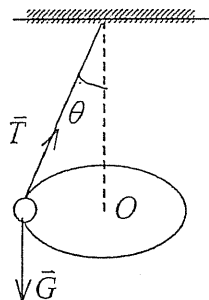
1. 已知从铝金属逸出一个电子至少需要  $A = 4.2 \text{ eV}$  的能量, 若用可见光投射到铝的表面, 能否产生光电效应? 为什么?

(普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ , 基本电荷  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

2. 有一个带有电荷的导体球, 在它的旁边有一块不带电的物体(可能是导体, 也可能是电介质), 在这样的情况下, 能不能用高斯定理来求周围空间的场强分布? 为什么?

### 四. 错误改正题 (每题 5 分, 共 3 题)

1. 一个由绳子悬挂着的物体在水平面内作匀速圆周运动 (称为圆锥摆), 有人在重力的方向上求合力, 写出  $T \cos \theta - G = 0$ . 另有人沿绳子拉力  $\vec{T}$  的方向求合力, 写出  $T - G \cos \theta = 0$ . 显然两者不能同时成立, 指出哪一个式子是错误的, 为什么?



2. 电偶极子是由两个相距为  $l$  的等量异号电荷 ( $\pm q$ ) 组成的系统. 下列说法是否正确, 如有错误请改正.

- (1)  $l$  比讨论中涉及的其它长度要小得多.
- (2) 从正电荷指向负电荷的矢径  $\vec{l}$  为电偶极子轴线正方向.
- (3) 电偶极距为  $p = ql$ .

3. 关于气体分子的平均自由程  $\bar{\lambda}$ , 下列几种说法是否正确? 若有错误请改正:

- (1) 不论压强是否恒定,  $\bar{\lambda}$  都与温度  $T$  成正比.
- (2) 不论温度是否恒定,  $\bar{\lambda}$  都与压强  $p$  成反比.
- (3) 若分子数密度  $n$  恒定,  $\bar{\lambda}$  与  $p$ 、 $T$  无关.

## 五. 计算题 (每题 10 分, 共 4 题)

1. 有一质点沿  $x$  轴作直线运动,  $t$  时刻的坐标为  $x = 4.5t^2 - 2t^3$  (SI). 试求:

(1) 第 2 秒内的平均速度;

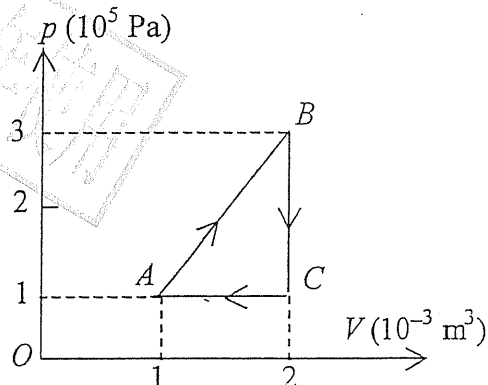
(2) 第 2 秒末的瞬时速度;

(3) 第 2 秒内的路程.

2. 一定量的单原子分子理想气体, 从初态  $A$  出发, 沿图示直线过程变到另一状态  $B$ , 又经过等容、等压两过程回到状态  $A$ .

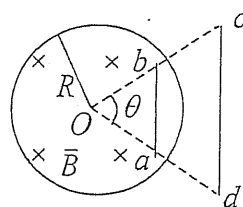
(1) 求  $A \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow C$ ,  $C \rightarrow A$  各过程中系统对外所作的功  $W$ , 内能的增量  $\Delta E$  以及所吸收的热量  $Q$ .

(2) 整个循环过程中系统对外所作的总功以及从外界吸收的总热量(过程吸热的代数和).



3. 均匀磁场  $\vec{B}$  被限制在半径  $R = 10$  cm 的无限长圆柱空间内, 方向垂直纸面向里. 取一固定的等腰梯形回路  $abcd$ , 梯形所在平面的法向与圆柱空间的轴平行, 位置如图所示. 设磁感强度以  $dB/dt = 1$  T/s 的匀速率增加, 已知  $\theta = \frac{1}{3}\pi$ ,

$\overline{Oa} = \overline{Ob} = 6$  cm, 求等腰梯形回路中感生电动势的大小和方向.



4. 如图所示, 一个质量为  $m$  的物体与绕在定滑轮上的绳子相联, 绳子质量可以忽略, 它与定滑轮之间无滑动. 假设定滑轮质量为  $M$ 、半径为  $R$ , 其转动惯量为  $\frac{1}{2}MR^2$ , 滑轮轴光滑. 试求该物体由静止开始下落的过程中, 下落速度与时间的关系.

