

2001 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

普通物理学试题

(答案必须写在答题纸上)

一、选择题：将正确答案的编号填入括号内（选作 10 题，带“*”题应届毕业的考生必做，每小题 3 分，共 30 分）

1、将质量为 m 的小球轻轻地放在光滑的平板和光滑的竖直墙壁之间，并保持平衡，如图 1。设平板和墙壁之间的夹角为 α ，当 α 增大时，小球对平板的压力将（ ）。

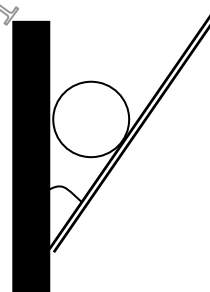


图 1

(A) 增加；(B) 减少；

(C) 不变；(D) 先增加，后又减小，压力增减的分界角为 $\alpha = 45^\circ$ 。

*2、在如图 2 示系统中(滑轮质量不计，轴光滑)，外力 \bar{F} 通过不可伸长的绳子和一倔强系数 $K=200\text{N/m}$ 的轻弹簧缓慢地拉地面上的物体。物体的质量 $M=2\text{kg}$ ，初始时弹簧为自然长度，在把绳子拉下 20cm 的过程中，所做的功为（重力加速度 g 取 10m/s^2 ）

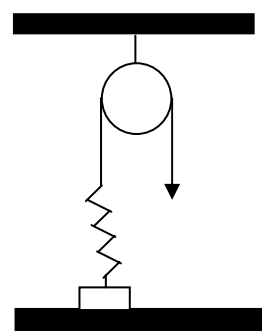


图 2

3、如图 3 所示，一静止的均匀细棒，长为 L 、质量为 M ，可绕通过棒的端点且垂直于棒长的光滑固定轴， O 在水平面内转动，转动惯量为 $\frac{1}{3}ML^2$ ，

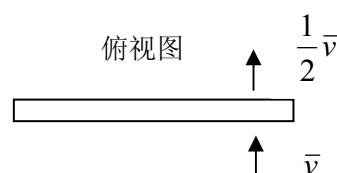


图 3

一质量为 m 、速率为 v 的子弹在水平面内沿与棒

垂直的方向射入并穿出棒的自由端，设穿过棒后子弹的速率为 $\frac{1}{2}v$ ，则此时棒的角速度应为（ ）

- (A) $\frac{mv}{ML}$; (B) $\frac{3mv}{2ML}$; (C) $\frac{5mv}{3ML}$; (D) $\frac{7mv}{4ML}$ 。

4、两瓶不同种类的理想气体，它们的温度和压强都相同，但体积不同，则单位体积内的气体分子数 n ，单位体积的气体分子的总平动动能 (E_k/V)，单位体积内的气体量 ρ ，分别有如下关系（ ）

- (A) n 不同，(E_k/V) 不同， ρ 不同；
 (B) n 不同，(E_k/V) 不同， ρ 相同；
 (C) n 相同，(E_k/V) 相同， ρ 不同；
 (D) n 相同，(E_k/V) 相同， ρ 相同；

5、图 4 中所示为一沿 X 轴放置的“无限长”分段均匀带电直线，电荷线密度分别为 $+\lambda$ ($x < 0$) 和 $-\lambda$ ($x > 0$)，则 oxy 坐标平面上点 (0,a) 处的场强 \vec{E} 为（ ）

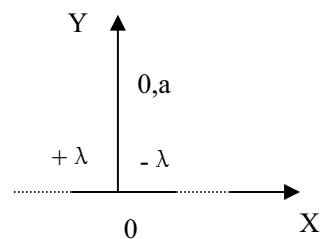


图 4

- (A) 0; (B) $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 a} \vec{i}$; (C) $\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 a} \vec{i}$; (D) $\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 a} (\vec{i} + \vec{j})$;

6、如右图 5 所示，边长为 a 的等边三角形的三个顶点 a 上，放置着三个正的点电荷，电量分别为 q 、 $2q$ 、 $3q$ ，若将另一正点电荷 Q 无究远处移到三角形的中心 O 处，外边所作的功为：

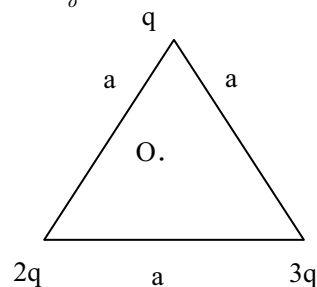


图 5

()

- (A) $\frac{2\sqrt{3}qQ}{4\pi\epsilon_0 a}$; (B) $\frac{4\sqrt{3}qQ}{4\pi\epsilon_0 a}$; (C) $\frac{6\sqrt{3}qQ}{4\pi\epsilon_0 a}$; (D) $\frac{8\sqrt{3}qQ}{4\pi\epsilon_0 a}$

7、有一半径为 R 的单匝圆线圈，通以电流 I ，若将该导线弯成匝数 $N=2$ 的平面圆线圈，导线长度不变，并通以同样的电流，则线圈中心的磁感应强度和线圈的磁矩分别是原来的（ ）

(A) 4 倍和 $1/8$; (B) 4 倍和 $1/2$; (C) 4 倍和 $1/4$; (D) 2 倍和 $1/2$ 。

8、机械波波动方程为 $y=0.03\cos 6\pi(t+0.01x)$ (SI)，则（ ）

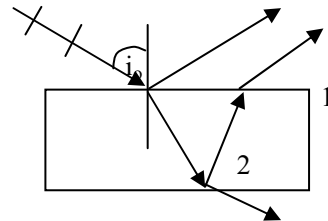
(A) 其振幅为 3m; (B) 其周期为 $\frac{1}{3}s$;

(C) 其波速为 10m/s; (D) 波沿 X 轴正向传播。

9、在迈克耳孙干涉仪的一条光路中，放入一折射率为 n ，厚度为 D 的透明薄片，放入后，这条光路的光程改变了（ ）

(A) $2(n-1)d$; (B) $2nd$; (C) $2\left(n-1d+\frac{\lambda}{2}\right)$; (D) nd ; (E) $(n-1)d$

*10、一束自然光空气射向一块平板玻璃（如图 6），设入射角等于布儒斯特角 I_0 ，则在界面 2 处的反射光（ ）



(A) 是自然光;

(B) 是完全偏振光且光矢量的振动方向垂直入射面; 图 6

(C) 是部分偏振光;

(D) 是完全偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面。

11、下列四组量子数:

(1) $n=3, l=2, m_l=0, m_s=\frac{1}{2}$;

(2) $n=3, l=3, m_l=1, m_s=\frac{1}{2}$;

(3) $n=3, l=1, m_l=-1, m_s=-\frac{1}{2}$;

(4) $n = 3, l = 0, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2};$

其中可以描述原子中电子状态的为 ()

- (A) 只有(1)和(3); (B) 只有(2)和(4);
(C) 只有(1)、(3)和(4); (D) 只有(2)、(3)和(4)。

12、已知某单色光照射到一金属表面产生了光电效应，若此金属的逸出电势是 U_0 (使电子从金属逸出需作功 eU_0)，则此单色光的波长 λ 必须满足 ()

- (A) $\lambda \leq hc/eU_0$; (B) $\lambda \geq hc/eU_0$; (C) $\lambda \leq eU_0/hc$;
(D) $\lambda \geq eU_0/hc$

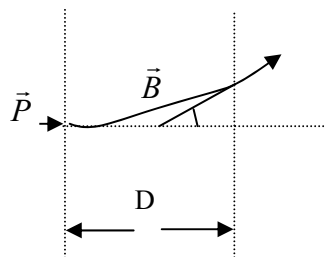
二、填空题 (选作 10 题，带 “*” 题应届毕业的考生必做，每题 3 分，共 30 分)

1、若作用于一力学系统上外力的合力为零，则外力的合力矩 (填一定或不一定) 为零；这种情况下力学系统的动量、角动量、机械能三个量中一定守恒的量是_____。

2、二质点的质量各为 m_1, m_2 当它们之间的距离由 a 缩短到 b 时，万有引力所做的功为_____。

3、质点沿半径为 R 的圆运动，运动方程为 $\theta = 3 + 2t^2$ (SI)，则 t 时刻质点的法向加速度大小为 $a_n =$ _____；角加速度 β _____。

*4、一个动量为 p 的电子，沿图 7 所示方向入射并能穿过一个宽度为 D 、磁感应强度为 \vec{B} (方向垂直纸面向外) 的均匀磁场区域，则该电子射出方向和入射方向的夹角为_____。



5、如图 8 所示的一细螺绕环，它由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成，每厘米绕 10 匝、当导线中的电流 I 为 2.0A 时，测得铁环内得磁感应强度大小 B 为 1.0T，则可求得铁环的相对磁导率 μ_r 为_____。

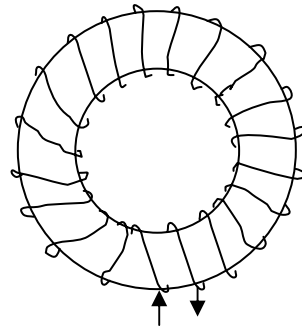


图 8

6、半径为 r 的小导线环，置于半径为 R 的大导线环中心，二者在同一平面内，且 $r \ll R$ ，在大导线环中通有弦电流 $I = I_0 \sin \omega t$ 。其中 ω 、 I_0 为常数， t 为时间，则任一时刻小导线环中感应电动势的大小为_____。

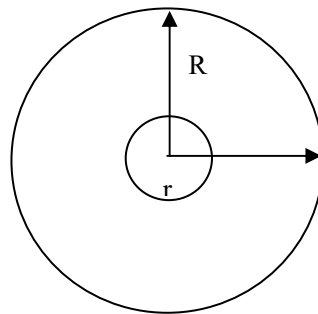


图 9

7、将质量为 0.2kg 的物体，系于倔强系数 $k=19\text{N/m}$ 的竖直悬挂的弹簧的下端，假定在轻质弹簧不变形的位置将物体由静止释放，然后物体作简谐振动，则振动频率为_____振幅为_____。

8、在容积为 V 的容器内，同时盛有摩尔质量为 M_1 和 M_2 的两种单原子分子的理想气体，已知此混合气体处于平衡状态时它们的内能相等，且均为 E_0 则混合气体压强 $P=$ _____；两种分子的平均速率之比 $\bar{v}_1 \sqrt{v_2} =$ _____。

9、卡诺制冷机，其低温热源温度 $T_2=300\text{K}$ ，高温热源温度为 $T_1=450\text{K}$ ，每一循环从低温热源吸热 $Q_2=400\text{J}$ ，则该制冷机的制冷系统 $w = \frac{Q_2}{A} =$

(式中 A 为每一循环中外界对系统作的功)；每循环中外界必须作功 $A=$

_____。

10、一平凸透镜，凸面朝下入在一平玻璃板上，透镜刚好与玻璃板接触。波长分别为 $\lambda_1 = 600nm$ 和 $\lambda_2 = 500$ 的两种单色光垂直入射，观察反射光形成的牛顿环。从中心向外数的两种光的第五个明环所反的空气膜厚度之差为_____nm。

11、在单缝的夫琅和费衍射实验中，若将缝宽缩小一增，原来第三暗纹处将是_____纹。

*12、观察者甲以 $\frac{4}{5}c$ 的速度 (c 为真空中光速) 相对于静止的观察者乙运动，若甲携带一长度为 l 、截面积为 S 、质量为 m 的棒，这根棒安放在运动方向上，则(1)甲测得此棒的密 _____，(2)乙测得此棒的密度为 _____。

三、计算题(选作 4 题，带*题应届毕业的考生必作，每题 10 分，共 40 分)

1、挂在天花板上的一个吊扇在开启电源后，经过 t_1 时间达到了额定转速，此时相应的角速度为 ω 。当关闭电源后，经过 t_2 时间风扇停转，已知风扇转动部分的转动惯量为 J ，并假定磨擦阻力矩和电机的电磁力矩均为常量，试根据已知量推算电机的电磁力矩。

2、如图 10 所示，一质量为 $1Kg$ 的钢球 A，系于长为 l 的轻绳一端，绳的另一端固定，今将绳拉到水平位置后由静止释放，球在最低点与在粗糙平面上的另一质量为 $5Kg$ 的钢块 B 作完全弹性碰撞后能回升到 $h=0.35m$ 处，而 B 沿水平面滑动最后停止，求：

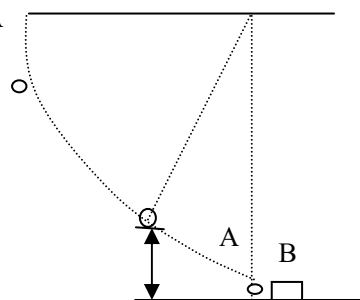


图 10

(1) 绳长；(2) B 克服阻力所作的功 (取 $g=10m/s^2$)

3、一球形电容器，内球壳半径为 R_1 ，外球壳半径为 R_2 ，两球壳间充满了相对介电常数为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质，设两球壳间电势差为 U_{12} ，求：

(1) 电容器的电容；(2) 电容器储存的能量。

*4、有一条载有电流 I 的导线弯成如图 11 所示 $abca$ 形状，其中 ab 、 cd 是直线段，其余为圆弧，两段圆弧的长度和半径分别为 l_1 、 R_1 、 l_2 和 R_2 且两段圆弧共面共心。求圆心 O 处的磁感应强度 \vec{B} 的大小。

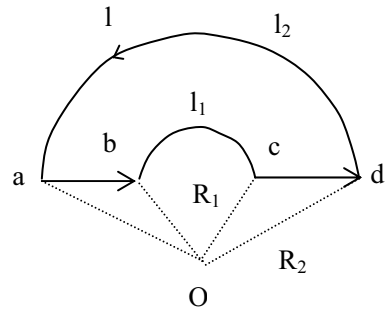


图 11

5、3mol 温度为 $T_0=273K$ 的理想气体，先经等温过程体积膨胀到原来的 5 倍，然后等容加热，使其末态的压强刚好等于初始压强，整个过程外界是传给气体的热量为 $8 \times 10^4 J$ 。试画出此过程的 P - V 图，并求这种气体的比热容比 $\nu = c_p / c_v$ 值。（摩尔气体常量 $R = 8.31 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ ）

2001 年北京市硕士研究生入学考试

普通物理学参考答案及评分标准

一、选择题 (每问 3 分, 选 10 问, 共 30 分)

1. (B); 2. (C); 3. (B); 4. (C); 5. (B); 6. (C);
7. (B); 8. (B); 9. (A); 10. (B); 11. (C); 12. (A).

二、填空题 (每题 3 分, 选 10 题, 共 30 分)

1. 不一定 (1分); 动量 (2分)

2. $-Gm_1m_2(\frac{1}{a} - \frac{1}{b})$

3. $16Rt^2 \frac{m}{s}$ (1分); 4 rad/s^2 (2分)

4. $\alpha = \sin^{-1} \frac{eBD}{p}$

5. 3.98×10^2

6. $-\frac{\mu_0 n^2 r^2}{2R} I_0 \cos \omega t$

7. 1.55 Hz (2分); 0.103 m (1分)

8. $\frac{4E}{3V}$ (2分); $(\frac{M_2}{M_1})^{1/2}$ (1分)

9. 2 (2分); 200 J (1分)

10. 225

11. 亮

12. $\frac{m}{s}$ (1分); $\frac{25m}{9.5}$ (2分)

三、计算题 (选作 4 题, 带 * 题应属毕业的考生必作, 每题 10 分, 共 40 分)

1. 解: 假定电机产生的电磁力矩为 M , 系统的阻力矩为 M_r , 则根据转动定律得

开启时 $M - M_r = J\beta_1$ (1) 2分

关闭时 $-M_r = J\beta_2$ (2) 2分

那么 $M = J(\beta_1 - \beta_2)$

其中开启时 $\omega_0 = \beta_1 t_1$ (3) 2分

关闭时 $\omega_0 + \beta_2 t_2 = 0$ (4) 2分

由此可得 $\beta_1 = \frac{\omega_0}{t_1}$

$\beta_2 = -\frac{\omega_0}{t_2}$

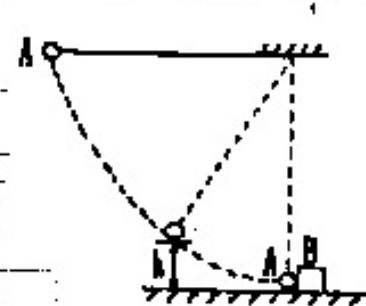
于是得到 $M = J\omega_0 \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)$ 2分

2. 解: (1) 设钢球 A 与钢块 B 碰

前的速度为 v_0 , A 的质量为 m

, B 的质量为 M . 由机械能守

恒定律可求出 v_0 .



$mgL = \frac{1}{2}mv_0^2$ 1分

$v_0 = \sqrt{2gL}$ (1) 1分

A、B 碰撞过程中, 动量守恒

$mv_0 = MV - mV_1$ (2) 1分

式中 V 为 B 碰后的速率, v_1 为 A 碰后的速率

因为 A、B 为弹性碰撞, 故系统动能守恒

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{1}{2} M V^2 + \frac{1}{2} m v_1^2 \quad (1) \quad 2分$$

$$\text{解出 } v_0 = (M + m) v_1 / (M - m) = \frac{3}{5} v_1,$$

$$V = \frac{1}{5} v_1$$

$$\text{而 } v_1 = \sqrt{2gh} = 2.66 \text{ m/s}$$

$$\therefore v_0 \approx 4 \text{ m/s}, \quad V = 1.33 \text{ m/s}, \quad L = 0.8 \text{ m}. \quad 3分$$

$$(2) \text{ B 克服阻力所作的功 } W = \frac{1}{2} M V^2 \approx 4.42 \text{ J}. \quad 2分$$

3. 解: (1) 设内、外球壳分别带电量为 $+Q$ 和

$-Q$, 则两球壳间的电位差大小为

$$U = Q / (4\pi\epsilon_0 r^2) \quad 2分$$

场强大小为

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r r^2} \quad 2分$$

两球壳间电势差

$$\begin{aligned} U_{12} &= \int_{R_1}^{R_2} E dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r^2} \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{Q(R_2 - R_1)}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r R_1 R_2} \quad 2分 \end{aligned}$$

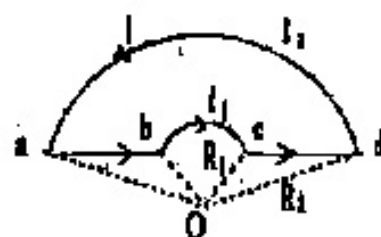
$$\text{电容 } C = \frac{Q}{U_{12}} = \frac{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r R_1 R_2}{R_2 - R_1} \quad 2分$$

(2) 电场能量

$$W = \frac{C U_{12}^2}{2} = \frac{2\pi\epsilon_0 \epsilon_r R_1 R_2 U_{12}^2}{R_2 - R_1} \quad 2分$$

4. 解: 两段圆弧在 O 处产生的
磁感应强度为

$$B_1 = \frac{\mu_0 I L_1}{4\pi R_1^2}, \quad B_2 = \frac{\mu_0 I L_2}{4\pi R_2^2} \quad 4分$$



两段直导线在 O 处产生的磁感应
强度为

$$B_3 = B_4$$

$$+ \frac{\mu_0 I}{4\pi R_1} \cos \frac{L_1}{2R_1} \left[\sin \frac{L_1}{2R_1} + \sin \frac{L_2}{2R_2} \right] \quad 4分$$

$$B = B_1 + B_3 + B_4 - B_2$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1 \cos \frac{L_1}{2R_1}} \left[\sin \frac{L_1}{2R_1} + \sin \frac{L_2}{2R_2} \right] \\ + \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left(\frac{L_1}{R_1^2} - \frac{L_2}{R_2^2} \right)$$

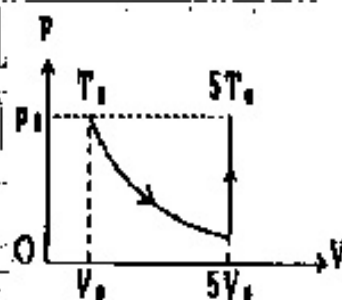
方向 ⊗.

5. 解: 初态参量 P_0, V_0, T_0

末态参量 $P_0, 5V_0, T$

$$\text{由 } P_0 V_0 / T_0 = P_0 (5V_0) / T$$

$$\text{得 } T = 5T_0$$



$P-V$ 图如图 17 所示

等温过程: $\Delta E = 0$

$$Q_T = A_T = (M/M_{\text{mol}}) RT \ln(V_2/V_1)$$

$$= 3RT_0 \ln 5$$

$$= 1.09 \times 10^4 \text{ J}$$

2分

等容过程, $A_V = 0$

$$Q_V = 4E_V - (M/M_{\text{mol}}) C_V \Delta T$$

$$= (M/M_{\text{mol}}) C_V (4T_0)$$

$$= 3276 C_V$$

2分

$$\text{由 } Q = Q_T + Q_V$$

$$\text{得 } C_V = (Q - Q_T) / 3276$$

$$= 21.1 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{C_V + R}{C_V} = 1.39 \quad 3分$$

普通物理

(请把答案写在答题纸上)

一、选择题：将正确答案的编号填入括号内（选作 10 题，带“*”题应届毕业的
考生必做，每小题 3 分，成共 30 分）

1. 如图 1 所示，用一斜向上的力 \vec{F} （与水平成 30° 角），
将一质量为 10Kg 的木块压靠在竖直壁面上，如不论用
怎样大的力 F ，都不能使木块向上滑动，则说明木块与
壁面间的静摩擦系数 μ 为（ ）

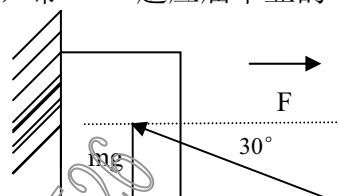


图 1

(A) $\mu \geq 0.5$; (B) $\mu \geq 1/\sqrt{3}$; (C) $\mu \geq 2\sqrt{3}$; (D) $\mu \geq \sqrt{3}$ 。

2. 对功的概念有以下几种说法：

- (1) 保守力作正功时，系统内相应的势能增加。
- (2) 质点运动经一闭合路径，保守力对质点作的功为零。
- (3) 作用力和反作用力大小相等、方向相反，所以两者所作功的代数和必为零。

在上述三种说法中（ ）

- (A) (1)、(2) 是正确的； (B) (2)、(3) 是正确的；
- (C) 只有(2)是正确的； (D) 只有(3)是正确的。

*3 在如图 2 所示系统中（滑轮质量不计，轴光滑），

外力 \vec{F} 通过不可伸长的绳子和一倔强系数 $K=200\text{N/m}$
的轻弹簧缓慢地拉地面上的物体。物体的质量 $M=2\text{kg}$ ，
初始时弹簧为自然长度，在把绳子拉下 20cm 的过程中，
所做的功为（ ）（重力加速度 g 取 10m/s^2 ）

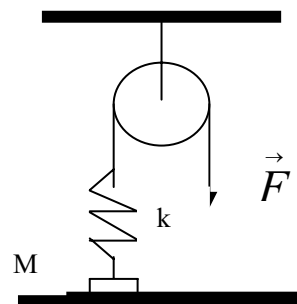


图 2

(A) 2J; (B) 1J; (C) 3J; (D) 4J; (F) 20J。

4. 两瓶不同种尖的理想气体，它们的温度和压强都相等，但体积不同，则单位
体积内的气体分子数 n ，单位体积内的气体分子的总平动动能 (E_k/V) ，，单位
体积内的气体质量 ρ ，分别有如下关系：（ ）

- (A) n 不同， (E_k/V) 不同， ρ 不同；
- (B) n 不同， (E_k/V) 不同， ρ 相同；

- (C) n 不同, (E_k/V) 相同, ρ 不同;
- (D) n 相同, (E_k/V) 相同, ρ 相同。
5. 根据热力学第二定律可知: ()
- (A) 功可以全部转换为热, 但热不能全部转换为功;
- (B) 热可以从高温物体传到低温物体, 但不能从低温物体传到高温物体;
- (C) 不可逆过程就是不能向相反方向进行的过程;
- (D) 一切自发过程都是不可逆的。
6. 把一根十分长的绳子拉成水平, 用手握其一端, 维持拉力恒定, 使绳端在垂直于绳子的方向上作简谐振动, 则 ()
- (A) 振动频率越高, 波长越长; (B) 振动频率越低, 波长越长;
- (C) 振动频率越高, 波速越大; (D) 振动频率越低, 波速越大。
7. 在边长为 a 的正方体中心放置一点电荷 Q , 设无穷远处为电势零点, 则在正方体顶角处的电势为: ()
- (A) $Q/(4\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a)$; (B) $Q/2\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a$; (C) $Q/(6\pi\epsilon_0 a)$; (D) $Q/(12\pi\epsilon_0 a)$ 。
8. 如图 3 所示, 四条皆垂直于纸面的载流细长直导线, 每条中电流强度皆为 I 。这四条导线被纸面截得断面, 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如图所示, 则在图中正方形中心点 O 的磁感电强度大小为 ()
- (A) $B = 2\mu_0 I / (\pi a)$; (B) $B = \sqrt{2}\mu_0 I / (2\pi a)$; (C) $B=0$; (D) $B = \mu_0 I / (\pi a)$ 。
9. 有两个长直密绕螺线管, 长度及线圈匝数均相同, 半径分别为 r_1 和 r_2 。管内充满均匀介质, 其磁导率分别为 μ_1 和 μ_2 , 设 $r_1:r_2=1:2$, $\mu_1:\mu_2=2:1$, 当将两只螺线管串联在电路中通电稳定后, 其自感系数之比 $L_1:L_2$ 与自感磁能之比 $W_{m1}:W_{m2}$ 分别为:
- (A) $L_1:L_2=1:1$, $W_{m1}:W_{m2}=1:1$;
- (B) $L_1:L_2=1:2$, $W_{m1}:W_{m2}=1:1$;
- (C) $L_1:L_2=1:2$, $W_{m1}:W_{m2}=1:2$;

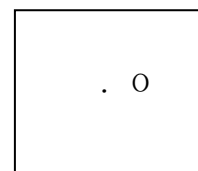


图 3

(D) $L_1:L_2=2:1$, $W_{m1}:W_{m2}=2:1$ 。

10. 波长 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 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) 2m ; (B) 1m ; (C) 0.5m ; (D) 0.2m ; (E) 0.1m 。

11. 一束光强为 I_0 的自然光垂直穿过两个偏振片，且此两偏振片的偏振化方向成 45° 角，若不考虑偏振片的反射和吸收，则穿过两个偏振片后的光强度 I 为 ()

(A) $\sqrt{2}I_0/4$; (B) $I_0/4$; (C) $I_0/2$; (D) $\sqrt{2}I_0/2$ 。

*12. 如果两种不同质量的粒子，其德布罗意波长相同，则这两种粒子的 ()

(A) 能量相同; (B) 动量相同; (C) 动能相同; (D) 速度相同。

二. 填空题 (选做 10 题，带“*”题应届毕业的考生必作，每题 3 分，共 30 分)

*1. 质量相等的两物体 A 和 B，分别固定在弹簧的两端，竖直放在光滑水平的支持面 C 上，如图 4 所示，弹簧的质量与物体 A、B 的质量相比，可以忽略不计。若把支持面 C 迅速移走，则在移开的一瞬间 A 的加速度的大小 $a_A = \underline{\hspace{2cm}}$; B 的加速度的大小 $a_B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

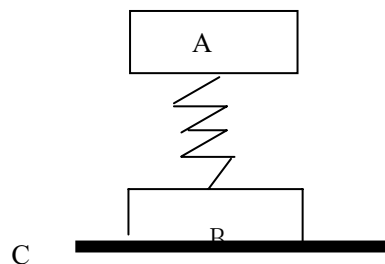


图 4

2. 质量为 m 、长为 l 的棒，可绕通过中心且与其垂直的竖直光滑固定轴 O 在水平面内自由转动 (转动惯量 $J=ml^2/12$)。开始时棒静止，现有一子弹，质量也是 m ，以速度 \vec{v} 。垂直射入棒端并嵌在其中。则子弹和棒碰后的角速度 $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

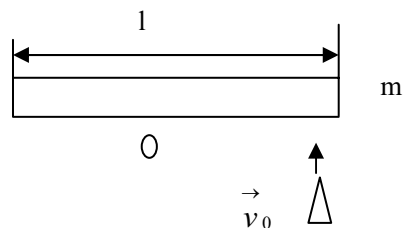


图 5

3. 质量为 M 的车沿光滑的水平轨道以速度 V_0 前进，车上的人质量为 m ，开始时人相对于车静止，后来人以相对于车的速度 V 向前走，此时车速变成 V ，则车与人系统沿轨道方向动量守恒方程应写为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

4. 气体经历如图 6 所示的一个循环过程，在这个循环中，外界传给气体的净热量是_____。

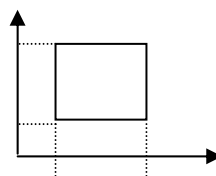


图 6

5. 氢分子的质量为 $3.3 \times 10^{-24} \text{g}$ ，如果每秒有 10^{23} 个氢分子沿着与容器器壁的法线成 45° 角的方向以 $10^5 \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速率撞击在 2.0cm^2 面积上（碰撞是完全弹性的），则此氢气对器壁的压强为_____。

6. 两上简谐振动方程为：

$$x_1 = A \cos \omega t ; x_2 = A \cos (\omega t + \pi / 3) .$$

在同一坐标上画出两者的 $x-t$ 曲线。

7. 将一个通过电流强度为 I 的闭合回路置于均匀磁场中，回路所围面积的法线方向与磁场方向的夹角为 α ，若均匀磁场通过此回路的磁通量为 Φ ，则回路所受力矩的大小为_____。

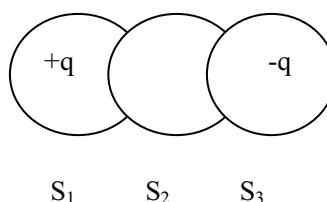


图 7

8. 在点电荷 $+q$ 和 $-q$ 的静电场中，作出如图 7 所示的三个闭合面 S_1 、 S_2 、 S_3 ，则通过这些闭合面的电场强度通量分别是：

$$\Phi_1 = \text{_____}, \quad \Phi_2 = \text{_____}, \quad \Phi_3 = \text{_____} .$$

9. 一平行板电容器，两板间充满各向同性均匀电介质，已知相对介电常数为 ϵ_r ，若极板上的自由电荷面密度为 σ ，则介质中电位移的大小 $D = \text{_____}$ ，电场强度的大小 $E = \text{_____}$ 。

10. 波长为 λ 的平行单色光垂直地照射到劈尖薄膜上，劈尖薄膜的折射率为 n ，第二条明纹与第五条明纹所对应的薄膜厚度之差是_____。

- *11. 一平凸透镜，凸面朝下放在一平玻璃板上。透镜刚好与玻璃板接触。波分别为 $\lambda_1 = 600 \text{nm}$ 和 $\lambda_2 = 500 \text{nm}$ 的两种单色光垂直入射，观察反射光形成的牛顿环。从中心向外数的两种光的第五个明环所对应的空气膜厚度之差为_____nm。

12. 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 0.50m ，则此米尺以速度 $v = \text{_____} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 接近观察者。

三、计算题（选作 4 题，带“*”题应届毕业的考生必作，每题 10 分，共 40 分）

1. 如图 8 所示，一个质量为 m 的物体与绕在定滑轮上的细绳相联，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 $(1/2)MR^2$ ，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。

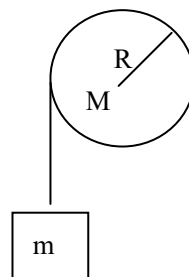


图 8

2. 一质量为 $m_a=0.1\text{kg}$ 的物体 A 与一轻弹簧相连放在光滑水平桌面上，弹簧的另一端固定在墙上，弹簧的倔强系数 $k=90\text{N/m}$ 。现在用力推 A，从而弹簧被压缩了 $x_0=0.1\text{m}$ 。在弹簧的原长处放有质量 $m_b=0.2\text{kg}$ 的物体 B，求碰撞后 A 物体还能使弹簧压缩多大距离。

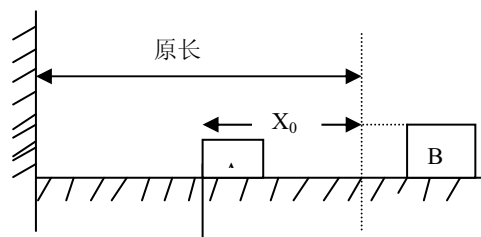


图 9

3. 一空气平行板电容器，两极板面积均为 S ，板间距离为 d (d 远小于极板线度)，在两极板间平行地插入一面积也是 S 、厚度为 t ($t < d$) 的金属片，

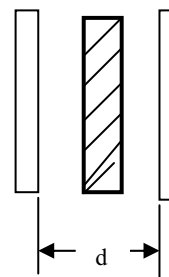


图 10

试求：

- (1) 电容等于多少？
 - (2) 金属片放在两极板间的位置对电容值有无影响？
4. 一长直导线载有 5.0 安直流电流，旁边有一个与它共面的矩形线圈，其 AD 边与电流平行，长 $l=20$ 厘米，如图 11 所示， $a=10$ 厘米， $b=20$ 厘米；线圈共有 $N=1000$ 匝，以 $v=3.0$ 米/秒的速度离开直导线。求线圈里的感应电动势的大小和方向。

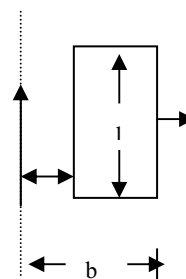


图 11

*5. 某理想气体在 P-V 图上等温线与

绝热线相交于 A 点，如图 12，已知 A 点

的压强 $P_1=2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ ，体积 $V_1=0.5 \times 10^{-3} \text{m}^3$ ，

而且 A 点处等温线斜率与绝热线斜率之比为 0.6，

现使气体从 A 点绝膨胀至 B 点，其体积 $V_2=1 \times 10^{-3} \text{m}^3$ ，求

(1) B 点处的压强； (2) 在此过程中气体对外做的功。

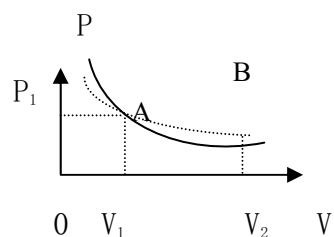


图 12

2002 年北京市硕士研究生入学考试

科苑大元 QQ877805426, 唯一淘宝 ID: 70m526, 其它为假冒!

大学物理学参考答案及评分标准

一、选择题 (每题 3 分, 选 10 题共 30 分)

1. (B); 2. (C); 3. (C); 4. (C); 5. (D)
 6. (B); 7. (B); 8. (C); 9. (C);
 10. (B); 11. (B); 12. (B).

二、填空题 (每题 3 分, 选 10 题, 共 30 分)

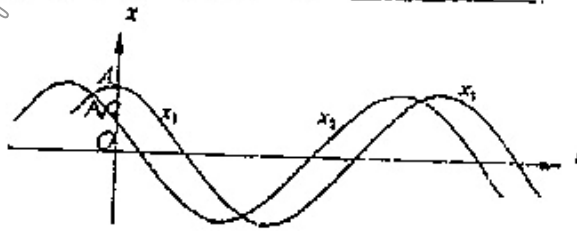
1. 0; 2g

2. $3V_0/2R$ 3. $(m+M)V_0 = m(v+V_0) + MV$

4. 90 J

5. $2.33 \times 10^3 \text{ Pa}$

6.

7. $I \sin \theta \sin \alpha$ 8. q/ϵ_0 ; 0; $-q/\epsilon_0$ 9. 5; $5/\epsilon_0 \epsilon_r$ 10. $3\lambda/2\pi$

11. 225

12. 2.6×10^8

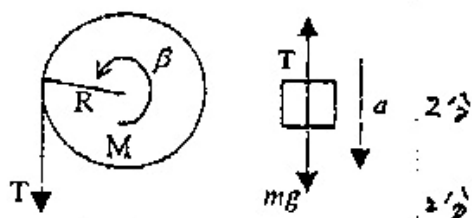
三. 计算题 (选作 4 题, 带“*”题应属毕业的考
生必作, 每题 10 分, 共 40 分)

1. 解: 根据牛顿运动定律和转
动定律列方程

$$\text{对物体: } mg - T = ma \quad (1)$$

$$\text{对滑轮: } TR = J\beta \quad (2)$$

$$\text{运动学关系: } a = R\beta \quad (3)$$



$$\text{将 (1), (2), (3) 式联立得 } a = mg / (m + M/2) \quad (4)$$

$$v_0 = 0, \therefore v = at = mgt / (m + M/2)$$

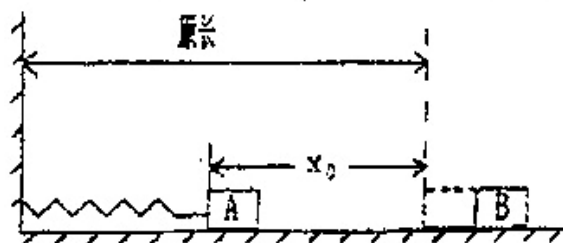
2. 解: 释放物体 A 到 A 与 B 碰撞前, 以 A 与
弹簧为系统, 机械能守恒

$$\text{恒 } \frac{1}{2} k x_0^2 = \frac{1}{2} m_A v^2 \quad (1)$$

A 与 B 碰撞过程中以 A

、B 为系统, 动量守恒

, 机械能守恒



$$m_A v = m_A v'_A + m_B v'_B \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} m_A v^2 = \frac{1}{2} m_A v'^2_A + \frac{1}{2} m_B v'^2_B \quad (3)$$

A 与 B 碰撞后, A 压缩弹簧, 机械能守恒

$$\frac{1}{2} m_A v'^2_A = \frac{1}{2} k x_0'^2 \quad (4)$$

联立 (1), (2), (3), (4) 求出

$$x_0' = \frac{(m_A - m_B) x_0}{m_A + m_B} = -0.033 \text{ m (取绝对值)}$$

2分

3. 解: 设极板上分别带电量 $+q$ 和 $-q$; 金属片与 A 板距离为 d_1 , 与 B 板距离为 d_2 ; 金属片与 A 板间场强为

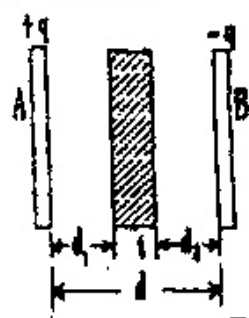


图 10

$$E_1 = q / (\epsilon_0 S)$$

金属板与 B 板间场强为

$$E_2 = q / (\epsilon_0 S)$$

金属板内部场强为

$$E' = 0$$

3分

则两极板间的电势差为

$$\begin{aligned} U_A - U_B &= E_1 d_1 + E_2 d_2 \\ &= [q / (\epsilon_0 S)] (d_1 + d_2) \\ &= [q / (\epsilon_0 S)] (d - t) \end{aligned}$$

2分

由此得

$$C = q / (U_A - U_B) = \epsilon_0 S / (d - t)$$

3分

因 C 值仅与 d , t 有关, 与 d_1 , d_2 无关, 故金属片的位置对电容值无影响.

2分

4. 解: 按长直载流导线磁感应强度公式

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \text{ 知, } t \text{ 时刻穿过线圈的磁通量}$$

$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_{a+vt}^{b+vt} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dr$$

$$= \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{b+vt}{a+vt}$$

$$\therefore \mathcal{E} = -N \frac{d\phi}{dt} = \frac{N l \mu_0 I v (b-a)}{2\pi (a+vt)(b+vt)}$$

令 $t=0$, 并代入数据, 则线圈

刚离开直导线时的感应电动势

$$\mathcal{E}_0 = \frac{N l \mu_0 I v (b-a)}{2\pi a b}$$

$$= \frac{10^3 \times 0.2 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 5.0 \times 3.0 \times (0.2 - 0.1)}{2\pi \times 0.1 \times 0.2}$$

$$= 3.0 \times 10^{-3} \text{ 伏}$$

按楞次定律其方向为图中顺时针方向。

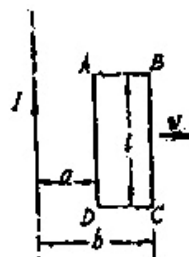


图 11

5. 解: (1) 等温线 $PV = C$, 得

$$\left(\frac{dP}{dV}\right)_T = -\frac{P}{V}$$

绝热线 $PV^\gamma = C$ 得

$$\left(\frac{dP}{dV}\right)_\gamma = -\gamma \frac{P}{V}$$

由题意知

$$\frac{1}{\gamma} = 0.6$$

$$\text{故 } \gamma = \frac{1}{0.6} = 1.67$$

$$\text{由绝热方程 } P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$\text{可得 } P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = 6.3 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$(2) A = \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1} = 55 \text{ J}$$

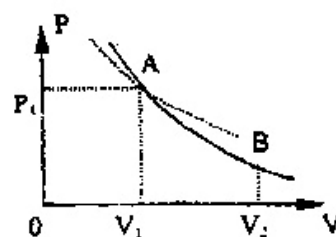


图 12

2003 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理试题

(请把答案写在答题纸上)

一、 选择题: 将正确答案按照编号写在答题纸上 (选做 10 题, 带 “*” 题应毕业的的考生必做, 每小题 4 分, 共 40 分)

1. 一质点在平面上作一般曲线运动, 其瞬时速度为 \vec{v} , 瞬时速率为 v , 某一段时间内的平均速度为 $\bar{\vec{v}}$, 平均速率为 \bar{v} , 它们之间的关系必定有 ()

(A) $|\vec{v}| = v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$ (B) $|\vec{v}| \neq v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$

(C) $|\vec{v}| \neq v, |\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$ (D) $|\vec{v}| = v, |\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$

2. 对功的概念有以下几种说法:

(1) 保守力作正功时, 系统内相应的势能增加;

(2) 质点运动经过一闭合路径, 保守力对质点作的功为零;

(3) 作用力和反作用力大小相等, 方向相反, 所以两者所作功的代数和必为零;

在上述说法中正确的是 ()

(A) (1), (2) 是正确的。 (B) (2), (3) 是正确的。

(C) 只有 (2) 是正确的。 (D) 只有 (3) 是正确的。

3*. 质点系的内力可以改变 ()

(A) 系统的总质量。 (B) 系统的总动量。

(C) 系统的总动能。 (D) 系统的总角动量。

4. 温度、压强相同的氢气和氧气, 它们分子的平均动能 $\bar{\epsilon}$ 和平均平动动能 \bar{w} 关系为 ()

(A) $\bar{\epsilon}$ 和 \bar{w} 都相等。 (B) $\bar{\epsilon}$ 相等, 而 \bar{w} 不等。

- (C) \overline{W} 相等, 而 $\overline{\varepsilon}$ 不等。 (D) $\overline{\varepsilon}$ 和 \overline{W} 都不等。

5. 若氧分子[O₂]气体离解为氧原子[O]气体后, 其热力学温度提高一倍, 则氧原子的平均速率是氧分子的平均速率的 () 倍。

- (A) 4 倍。 (B) $\sqrt{2}$ 倍。 (C) 2 倍。 (D) $1/\sqrt{2}$ 倍。

6. 一简谐振动曲线如图 1 所示, 则振动周期为 ()

- (A) 2.62S. (B) 2.40S.
(C) 2.20S. (D) 2.00S.

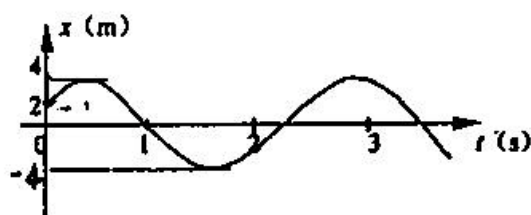


图 1

7. 两块平玻璃构成空气劈尖, 左边为棱边, 用单色平行光垂直入射, 若上面的平玻璃慢慢地向上平移, 则干涉条纹 ()

- (A) 向棱边方向平移, 条纹间隔变小。
(B) 向棱边方向平移, 条纹间隔变大。
(C) 向棱边方向平移, 条纹间隔不变。
(D) 向远离棱边方向平移, 条纹间隔不变。
(E) 向远离棱边方向平移, 条纹间隔变小。

8. 一束平行单色光垂直入射在光栅上, 当光栅常数 ($a+b$) 为下列那种情况时 (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) $a+b=4a$. (D) $a+b=6a$.

9. 在点电荷 $+q$ 的电场中, 若取图 2 中 P 点处为电势零点, 则 M 点的电势为 ()

- (A) $-q/(8\pi\epsilon_0 a)$. (B) $-q/(4\pi\epsilon_0 a)$.
(C) $q/(8\pi\epsilon_0 a)$. (D) $q/(4\pi\epsilon_0 a)$

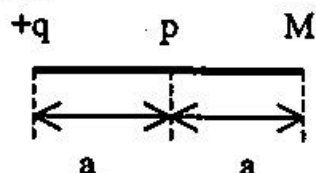


图 2

*3. 一根长为 l 的细绳的一端固定于光滑水平面上的 O 点, 另一端系一质量为 m 的小球, 开始时绳子是松弛的, 小球与 O 点距离为 h , 使小球以某个初速率沿该光滑水平面上一直线运动, 该直线垂直于小球初始位置与 O 点的连线, 当小球与 O 点距离达到 l 时, 绳子绷紧从而使小球沿一个与 O 点为圆心的圆形轨迹运动, 则小球作圆运动时的动能 E_k 与初动能 E_{k0} 的比值为 _____。

4. 一氧气瓶的容积为 V , 充入氧气的压强为 P_1 , 用了一段时间后压强降为 P_2 , 则瓶中剩下的氧气的内能与未用前氧气的内能之比为 _____。

5. 用总分子数 N 、气体分子速率 v 和速率分布函数 $f(v)$ 表示下列各量:

(1) 速率大于 v_0 的分子数=_____。

(2) 速率大于 v_0 的那些分子的平均速率=_____。

6. 一平面简谐波沿 x 轴负方向传播, 已知 $t = -1\text{m}$ 处质点的振动方程为 $y = A\cos(\omega t + \varphi)$, 若波速为 u , 则此波的波动方程为 _____。

7. 平行单色光垂直入射在缝宽 $a = 0.15\text{mm}$ 的单缝上, 缝后有焦距 $f = 400\text{mm}$ 的凸透镜, 在其焦平面上放置观察屏幕, 现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为 8mm , 则入射光的波长 $\lambda =$ _____。

8. 使光强为 I_0 的自然光依次垂直通过三块偏振片 P_1 、 P_2 和 P_3 , P_1 和 P_2 的偏振化方向成 45° 角, P_2 和 P_3 的偏振化方向成 45° 角, 则透过第三块偏振片的光强 I 为_____。

9. 半径为 R_1 和 R_2 的两个同轴金属圆筒, 其间充满着相对介电常数为 ϵ_r 的均匀介质。设两筒上单位长度带电量分别为 $+\lambda$ 和 $-\lambda$, 忽略边缘效应, 则介质中的电位移矢量的大小 $D =$ _____, 电场强度的大小 $E =$ _____。

*10. 真空中, 在没有自由电荷与传导电流的变化电磁场中

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

11. 一平面试验线圈的磁矩大小 $P_m = 1 \times 10^{-8} \text{ A} \cdot \text{m}^2$, 把它放入待测磁场中的 A 处, 试验线圈如此之小, 以致可以认为它所占据的空间内场是均匀的。当此线圈 \vec{P}_m 与 Z 轴平行时, 所受磁力矩大小 $M = 5 \times 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{m}$, 方向沿 x 轴负方向。

当此线圈 \vec{P}_m 与 y 轴平行时, 所受磁力矩为零, 则空间 A 点处 \vec{B} 的大小为 _____, 方向为 _____。

12. 已知中子的质量 $m = 1.62 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 当中子的动能等于温度为 $T = 300 \text{ K}$ 的热平衡中子气体的平均动能时, 其德布罗意波长为 _____。
($h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$)

三. 计算题(选做 4 题, 带“*”题应届毕业的考生必做, 每题 15 分, 共 60 分)

1. 一根放在水平光滑桌面上的匀质细棒, 可绕通过其一端的竖直固定光滑轴 O 转动。棒的质量为 $m = 1.5 \text{ kg}$, 长度为 $l = 1.0 \text{ m}$, 对轴的转动惯量为 $J = (1/3) ml^2$ 。初始时棒静止。今有一水平运动的子弹垂直地射入棒的另一端, 并留在棒中, 如图所示。

子弹的质量为 $m' = 0.020 \text{ kg}$, 速率为 $v = 400 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。试问:

(1) 棒开始和子弹一起转动时角速度 ω 有多大?

(2) 若棒转动时受到大小为 $M_0 = 4.0 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的恒定阻力矩作用, 棒能转过多大的角度 θ ?

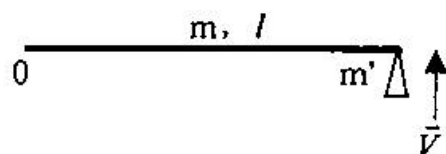


图 4

2. 3 mol 温度为 $T_0 = 273 \text{ K}$ 的理想气体, 先经等温过程体积膨胀到原来的 5 倍, 然后等容加热, 使其末态的压强刚好等于初始压强, 整个过程外界传给气体的热量为 $8 \times 10^4 \text{ J}$ 。试画出此过程的 p - V 图, 并求这种气体的比热容比 $\gamma = C_p/C_v$ 值。(摩尔气体常量 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

3. 一电荷面密度 σ 的“无限大”的带电平面, 若以该平面处为电势零点, 试求带电平面周围空间的电势分布。

- *4. 如图所示，长直导线 AB 中的电流 I 沿导线向上，并以 $dI/dt=2\text{A/s}$ 的变化率均匀增长，导线附近放一个与之同面的直角三角形线框，其一边与导线平行，位置及线框尺寸如图所示，求此线框中产生的感应电动势的大小和方向。
 ($\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\text{N/A}^2$)

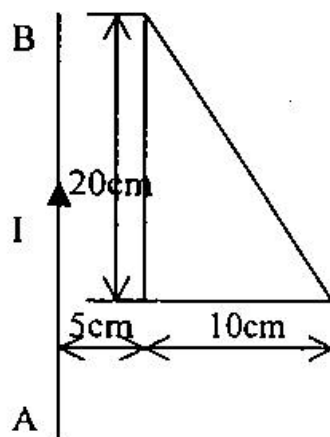


图 5

5. 双缝干涉实验装置如图所示，双缝与屏之间的距离 $D=120\text{cm}$ ，两缝之间的距离 $d=0.50\text{mm}$ ，用波长 $\lambda=5000\text{\AA}$ 的单色光垂直照射双缝。

- (1) 求原点 O （零级明条纹所在处）上方的第五级明条纹的坐标 x 。
- (2) 如果用厚度 $l=1.0\times 10^{-2}\text{mm}$ ，折射率 $n=1.58$ 的透明薄膜覆盖在图中的 S_1 缝后面，求上述第五级明条纹的坐标 x' 。

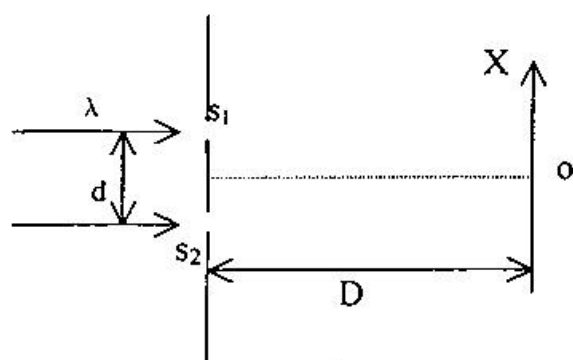


图 6

2003年北京市硕士研究生入学考试

普通物理学参考答案及评分标准

一、选择题(每问4分, 选10问, 共40分)

1 (D); 2 (C); 3 (C); 4 (C);

5 (C); 6 (C); 7 (B); 8 (B);

9 (A); 10 (C); 11 (D); 12 (D).

二、填空题(每问5分, 选10问, 共50分)

1. $a_x = 2S^3 + 2S$ 或 $2S \frac{dS}{dt}$ 或 $2SV$ (SI)

2. $(m+M)v_0 = m(u+v) + MV$

3. \hbar^2/l^2

4. P_2/P_1

5. (1) $\int_{v_0}^{\infty} v f(v) dv$ (2分)

(2) $\int_{v_0}^{\infty} v^2 f(v) dv / \int_{v_0}^{\infty} f(v) dv$ (3分)

6. $y = A \cos[\omega(t + \frac{1+x}{u}) + \varphi]$

7. 500 nm 或 5000 Å

8. $I_0/8$

9. $D = \lambda/2\pi r$, (2分); $E = \lambda/2\pi\epsilon_0\epsilon_r r$ (3分)

10. $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \iint_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$ 或 $\frac{d\Phi_e}{dt}$ (3分)

$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = \iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$ 或 $\frac{d\Phi_m}{dt}$ (2分)

11. $B = 0.5 T$, (3分); 方向沿 y 轴正方向 (2分)

12, 1.48 Å

三、计标题(选作4题,带“*”题应属毕业的考
生必作,每题15分,共60分)

1. 解: (1) 角动量守恒:

$$m'vl = \left(\frac{1}{3} m l^2 + m' l^2 \right) \omega \quad 3 \frac{1}{2}$$

$$\therefore \omega = \frac{m'v}{\left(\frac{m}{3} + m'\right)r^2} = 15.4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \quad \frac{3}{11}$$

(2) $\therefore -M_o = (\frac{1}{3} m l^2 + m' l^2) \beta$ 3分

$$0 - \omega^2 = 2\beta\theta \quad 3\frac{1}{2}$$

$$\therefore \theta = \frac{(\frac{1}{3}m + m') l^2 \omega^2}{2 M_0} = 15.4 \text{ rad} \quad 3 \frac{1}{2}$$

2、解：初态参量 p_0 、 V_0 、 T_0 。

未态参量 p_0 , SV_0 , T .

由 $P_0 V_0 / T_0 = P_0 (5V_0) / T$ 2分

得 $T = 5T_0$. 2分

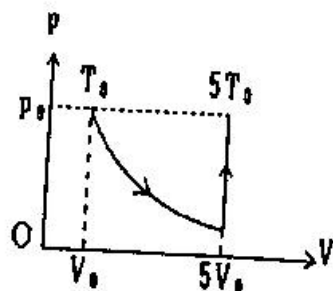
$P-V$ 图如图所示

等温过程: $\Delta E = 0$

$$Q_T = A_T = (M/M_{mol}) R T_0 \ln(V_2/V_1)$$

$$= 3RT_0 \ln 5$$

$$= 1.09 \times 10^4 \text{ J}$$



3分

等容过程: $A_v = 0$

$$Q_v = \Delta E_v = \left(\frac{M}{M_{\text{mol}}}\right) C_v \Delta T$$

$$= \left(\frac{M}{M_{\text{mol}}}\right) C_v 4T_0 = 3 \times 4 \times 273 C_v$$

$$= 3276 C_v$$

3分

$$Q = Q_T + Q_v = 8 \times 10^4 \text{ J}$$

由式 $C_v = \frac{Q - Q_T}{3276} = \frac{(8.1 - 1.09) \times 10^4}{3276} = 21.1 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

3分

$$\therefore \gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_v + R}{C_v} = 1.39$$

2分

3. 解:

(a) 带电平板右方 ($x > 0$).

电场强度为:

$$\text{大小: } E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad 2\text{分}$$

方向视电荷面密度 σ 为“+”或“-”而定

若 $\sigma > 0$ 则 E 的方向沿 x

1分

$$\text{电势分布 } U_{\text{右}} = -E \cdot x = \frac{-\sigma}{2\epsilon_0} x \quad 5\text{分}$$

(b) 带电平板左方 ($x < 0$)

电场强度为:

$$\text{大小: } E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

2分

方向视电荷面密度 σ 为 "+" 或 "-" 而定

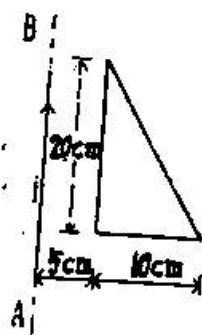
若 $\sigma > 0$ 则 E 沿 $-x$ 方向

1分

$$\text{电势分布 } U_x = -E \cdot (-x) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} x \quad 4分$$

4. 解: 建立坐标如图所示:

$$\left. \begin{aligned} y &= 0.05 + x & x &= r - 0.05 \\ y &= -2x + 0.2 \end{aligned} \right\} 3分$$



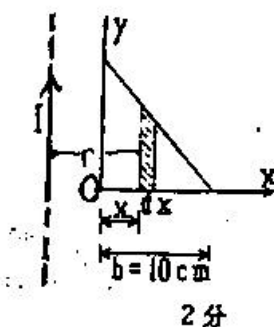
在直角三角形线框所围平面内的磁通为:

$$\Phi = \int_{0.05}^{0.15} \frac{\mu_0 I y}{2\pi r} dr = \int_{0.05}^{0.15} \frac{\mu_0 I (-2x + 0.2)}{2\pi r} dr$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_{0.05}^{0.15} \frac{-2(r - 0.05) + 0.2}{r} dr$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left[-\int_{0.05}^{0.15} \frac{2}{r} dr + 0.3 \int_{0.05}^{0.15} \frac{dr}{r} \right]$$

$$= 2.59 \times 10^{-8} I$$



6分

电动势为:

大小

$$\begin{aligned} \varepsilon &= + \frac{d\phi}{dt} = 2.59 \times 10^{-8} \left(\frac{dI}{dt} \right) \\ &= 5.18 \times 10^{-8} \quad V \end{aligned}$$

4分

方向为逆时针方向绕行三角形线圈

2分

5. 解:

(a) 由双缝干涉可得:

$$d \cdot \frac{x}{D} \approx k\lambda \quad (\text{其中 } k=5)$$

$$\lambda \approx \frac{D \cdot k\lambda}{d} = \frac{1200 \times 5 \times 5000 \times 10^{-7}}{0.5}$$

$$= 60 \text{ mm} \quad (\text{或 } \pm 60 \text{ mm})$$

6分

(b) 一光路中加入透明薄膜后两相干光的光程差为:

$$\delta = r_2 - [r_1 + (n-1)l]$$

$$= r_2 - r_1 - (n-1)l$$

$$\approx \frac{dx'}{D} - (n-1)l$$

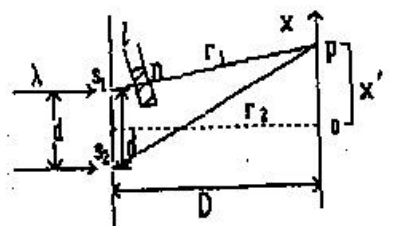
8分

5分

当 $k=5$ 时

$$\text{有 } \delta = k\lambda = 5\lambda$$

$$x' \approx \frac{D}{d} [(n-1)l + 5\lambda]$$



$$= \frac{1200}{0.5} \left[(1.58-1) \times 1.0 \times 10^{-2} + 5 \times 5 \times 10^{-4} \right]$$

$$= 19.9 \text{ mm} \quad (\text{或} \pm 19.9 \text{ mm}) \quad 4 \text{ 分}$$

2004 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理试题

(请把答案写在答题纸上)

一、选择题, 将正确答案的编号填入括号内 (选做 10 题, 带 “*” 题应届毕业的考生必做, 每小题 4 分, 共 40 分)

1、一段路面水平的公路, 转弯处轨道半径为 R , 汽车轮胎与路面的磨擦系数为 μ , 要使汽车不致发生侧向打滑, 汽车在该处的行驶速率是 ()

- (A) 不得小于 $\sqrt{\mu g R}$; (B) 不得大于 $\sqrt{\mu g R}$;
(C) 必须等于 $\sqrt{\mu g R}$; (D) 应由汽车质量决定

2、质量分别为 m_1 、 m_2 的两物体用一倔强系数为 k 的轻弹簧相联, 放在水平光滑桌面上, 如图 1 所示, 当两物体相距 x 时, 系统由静止释放, 已知弹簧的自然长度为 x_0 。则当物体相距 x 时, m_1 的速度大小为 ()。

- (A) $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_1}}$; (B) $\sqrt{\frac{k(x-x_0)}{m_2}}$;
(C) $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_1+m_2}}$; (D) $\sqrt{\frac{km_2(x-x_0)^2}{m_1(m_1+m_2)}}$

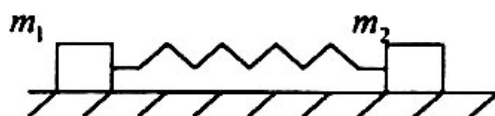
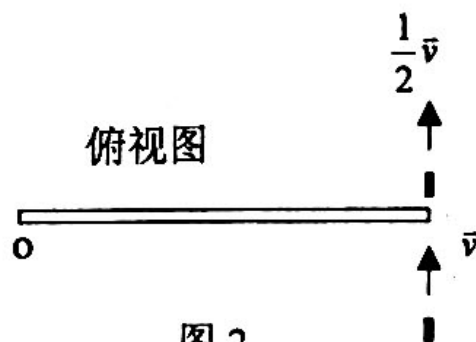


图 1

3、如图 2 所示, 一静止的均匀细棒, 长为 L 、质量为 M , 可绕通过棒的端点且垂直于棒长的光滑固定轴 O 在水平面内转动, 转动惯量为 $\frac{1}{3}ML^2$, 一质量为 m , 速率为 v 的子弹在水平面内沿与棒垂直的方向射入并射出棒的自由端, 设穿过棒后子弹的速率为 $\frac{1}{2}v$, 则此时棒的角速度应为 ()。

- (A) $\frac{mv}{ML}$; (B) $\frac{3mv}{2ML}$;
 (C) $\frac{5mv}{3ML}$; (D) $\frac{7mv}{4ML}$ 。



4、已知分子总数为 N ，它们的速率分布函数为 $f(v)$ ，则速率分布在 $v_1 \sim v_2$ 区间内的分子的平均速率为 ()

- (A) $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv$; (B) $\frac{\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv}{N}$;
 (C) $\int_{v_1}^{v_2} N v f(v) dv$; (D) $\frac{\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv}{\int_{v_1}^{v_2} f(v) dv}$ 。

5、一瓶氢气和一瓶氮气质量密度相同，分子平均平动动能相同，而且它们都处于平衡状态，则它们 ()

- (A) 温度相同、压强相同; (B) 温度相同，压强都不同;
 (C) 温度相同，但氢气的压强大于氮气的压强;
 (D) 温度相同，但氢气的压强小于氮气的压强。

6、在边长为 a 的正方体中心处放置一电量为 Q 的点电荷，设无穷远处为电势零点，则在一个侧面的中心处电势为 ()

- (A) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$; (B) $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 a}$;
 (C) $\frac{Q}{\pi\epsilon_0 a}$; (D) $\frac{Q}{2\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a}$

7、有一半径为 R 的单匝圆线圈，通以电流 I ，若将该导线弯成匝数 $N = 2$ 的平面圆线圈，导线长度不变，并通以同样的电流，则线圈中心的磁感应强度和线

圈的磁矩分别是原来的 ()

- (A) 4 倍和 $\frac{1}{8}$; (B) 4 倍和 $\frac{1}{2}$;
(C) 2 倍和 $\frac{1}{4}$; (D) 2 倍和 $\frac{1}{2}$;

8、一匀强磁场, 其磁感应强度方向垂直于纸面, 两带电粒子在该磁场中运动的圆形轨迹如图 3 所示, 则 ()

- (A) 两粒子的电荷必然同号;
(B) 粒子的电荷可以同号也可以异号;
(C) 两粒子的动量大小必然不同;
(D) 两粒子的运动周期必然不同。

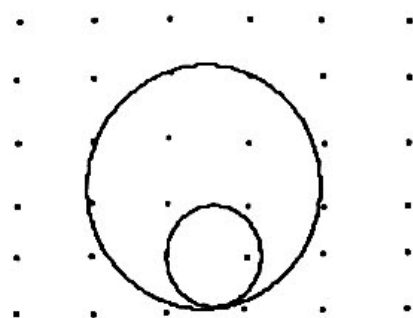


图 3

9、一质点在 x 轴上作简谐振动, 振幅 $A = 4\text{cm}$, 周期 $T = 2\text{s}$, 其平衡位置取作坐标原点, 若 $t = 0$ 时刻质点第一次通过 $x = -2\text{cm}$ 处, 且沿 x 轴负向运动, 则质点第二次通过 $x = -2\text{cm}$ 处时刻为 ()

- (A) 1s (B) $\frac{2}{3}\text{s}$;
(C) $\frac{4}{3}\text{s}$; (D) 2s

10、波长 $\lambda = 5000\text{\AA}$ 的单色光垂直照射到宽度 $a = 0.25\text{mm}$ 的单缝上, 单缝后面置放一凸透镜, 在透镜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纹中心和另一侧第三个暗纹中心之间距离为 $d = 12\text{mm}$, 则凸透镜焦距 f 为 ()

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

*11、一宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行。如果宇航员希望把这路程缩短为 3 光年, 则他所乘的火箭相对地球速度应是 ()

- (A) $v = (\frac{1}{2})c$; (B) $v = (\frac{3}{5})c$;

(C) $v = (\frac{4}{5})c$; (D) $v = (\frac{9}{10})c$;

(c 表示真空中的光速)

12、如果两种不同质量的微观粒子，其德布罗意波长相同，则这两种粒子的
()

(A) 能量相同; (B) 动量相同;

(C) 动能相同; (D) 速度相同;

二、填空题 (选做 10 题，带 “*” 题为 应届毕业的考生必做，每题 5 分，共 50 分)

1、一质点沿半径为 $0.10m$ 的圆周运动，其角位移 θ 可用下式表示：

$$\theta = 2 + 4t^3 \quad (SI)$$

(1) 当 $t = 2S$ 时，切向加速度大小 $a_t =$ _____。

(2) 当 a_t 的大小，恰为总加速度 \bar{a} 大小的一半时， $\theta =$ _____。

*2、一艘正在沿直线行驶的快艇，其运动规律为 $\frac{dv}{dt} = -kv^2t$ ，式中的 k 为大于零的常数。当 $t = 0$ 时，初速为 v_0 ，则速度 v 与时间 t 的函数关系是 _____。

3、在一以匀速 \bar{v} 行驶、质量为 M 的船上，分别向前和向后同时水平抛出两个质量相等 (均为 m) 物体，抛出时两物体相对于船的速率相同 (均为 u)，试写出该过程中船与物这个系统动量守恒定律的表达式 (不必化简， M 不包括物体的质量 m)。

4、在一密闭容器中，储有 A、B、C 三种不发生化学反应的理想气体，处于平衡状态，三种气体的分子数密度分别为 n_1 ， $2n_1$ 和 $3n_1$ ，A 种气体产生的压强为 P_1 ，则混合气体的压强 $P =$ _____。

- 5、体积为 10^{-3} m^3 、压强为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的气体分子的平动动能的总和为_____。
- 6、半径为 R_1 和 R_2 的两个同轴金属圆筒，其间充满着相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质。设两筒上单位长度带电量分别为 $+\lambda$ 和 $-\lambda$ ，忽略边缘效应，则介质中的位移矢量的大小 $D = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电场强度的大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 7、在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，一电子在垂直于磁场方向的平面中作圆周运动，则电子运动形成的等效圆电流 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- *8、在磁场中某点放一很小的试验线圈，若线圈面积增大一倍，且其中电流也增大一倍，该线圈所受最大磁力矩是原来的_____倍。
- 9、在简谐波的一条传播路径上，相距 0.2 m 两点的振动位相差为 $\pi/6$ ，又知振动周期为 0.4 s ，则波长为_____，波速为_____。
- 10、一平凸透镜，凸面朝下放在一平玻璃板上，透镜刚好与玻璃板接触，波长分别为 $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$ 和 $\lambda_2 = 500 \text{ nm}$ 的两种单色光垂直入射，观察反射光形成的牛顿环从中心向外数的两种光的第五个明环所对应的空气膜厚度之差为_____ nm 。
- 11、根据量子论，氢原子核外电子的状态可由四个量子数来确定，其中主量子数 n 可取的值为_____，它主要决定了_____。
- 12、若太阳（看成黑体）的半径由 R 增大为 $2R$ ，温度由 T 增为 $2T$ ，其总辐射功率为原来的_____倍。

三、计算题（选作 4 题，带“*”题应届毕业的考生必做，每题 15 分，共 60 分）。

1. 质量分别为 m 和 $2m$ 、半径分别为 r 和 $2r$ 的两个均匀圆盘，同轴地粘在一起，可以绕通过盘心且垂直盘面的水平光滑固定轴转动，对轴的转动惯量为 $9mr^2/2$ ，大小圆盘边缘都有绳子，绳子下端都挂一质量为 m 的重物，如图 4，求盘的角加速度大小。

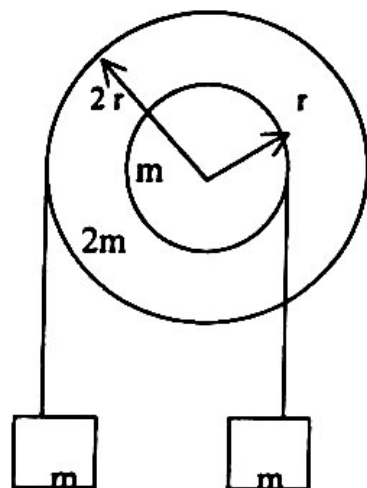


图 4

2. 有 1 mol 刚性多原子分子的理想气体，原来的压强为 1.0 atm ，温度为 27°C ，若经过一绝热过程，使其压强增加到 16 atm ，试求：

(1) 气体内能的增量；(2) 在该过程中气体所作的功；(3) 终态时，气体的分子数密度。（ $1\text{ atm} = 1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ ，玻耳兹常量 $k = 1.38 \times 10^{-23}\text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ ，摩尔气体常量 $R = 8.31\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ）

3. 如图 5，一段半径为 R 的细圆弧，对圆心张角为 θ_0 ，其上均匀分布有正电荷 q ，试以 R 、 q 、 θ_0 表示出圆心 O 处电场强度。

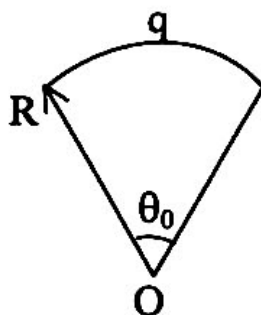


图 5

•4、两相互平行无限长的直导线载

有大小相等方向相反的电流，长度为

b 的金属杆 CD 与两导线共面且垂直，

相对位置如图 6。 CD 杆以速度 \vec{v} 平

行直线运动，求 CD 杆中的感应

电动势，并判断 C 、 D 两端哪端电势

较高？

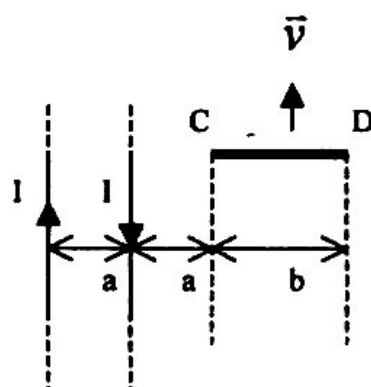


图 6

5、在双缝干涉实验装置中，幕到双缝的距离 D 远大于双缝之间的距离 d ，整

个双缝装置放在空气中，对于钠黄光 ($\lambda = 5893 \text{ \AA}$)，产生的干涉条纹相邻两明纹中心的角距离（即相邻两明纹中心对双缝中心所张角）为 0.20° 。

（1）对于什么波长的光，这个双缝装置所得相邻两明纹中心的角距离将比用钠黄光测得的角距离大 10%。

（2）假想将此整个装置浸入水中（水的折射率 $n = 1.33$ ），相邻两明纹中心角距离有多大？

2004年北京硕士研究生入学考试

科苑大兄 00877805926, 唯一淘宝 ID: lam526, 其它为假冒!

大学物理学参考答案及评分标准

一. 选择题 (每问4分, 选10问共40分)

1. (B); 2. (D); 3. (B); 4. (D);
 5. (C); 6. (B); 7. (B); 8. (B);
 9. (B); 10. (A); 11. (C); 12. (B).

二. 填空题 (每问5分, 选10问共50分)

1. (1) 4.8 (SI) 2分; $\theta = 3.15$ (SI) 3分

2. $\frac{1}{v} = \frac{v_0^2}{2} + \frac{1}{v_0}$

3. $(2m+M)V = m(u+v') + m(v'-u) + MV'$

4. $6 p_1$

5. $1.52 \times 10^{-2} \text{ J}$

6. $D = \frac{\lambda}{2\pi r}$ 3分; $E = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r r}$ 2分

7. $I = \frac{e^2 B}{2\pi m}$

8. 4倍

9. 2.4 m 3分; 6.0 m/s 2分

10. $\lambda_1 - \lambda_2 = 225 \text{ nm}$

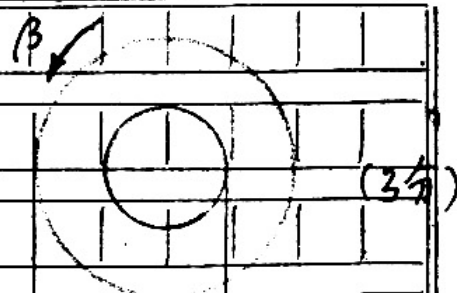
11. (1) 1, 2, 3, ... (正整数) 3分

(2) 原子系统的能量 2分

12. 64倍

三 计算题

1. 解: 受力分析如图



$$2mg - T_2 = 2ma_2 \quad (1.5 \text{分})$$

$$T_1 - mg = ma_1 \quad (1.5 \text{分})$$

$$T_2(2r) - T_1 r = 9mr^2 \beta / 2 \quad (3 \text{分})$$

$$\text{又 } 2r\beta = a_2 \quad (1.5 \text{分})$$

$$r\beta = a_1 \quad (1.5 \text{分})$$

联立解以上5式, 可得 $\beta = \frac{7g}{19r} \quad (3 \text{分})$

2. 解:

$$(1) \because \text{刚性多原子分子 } i = 6, \quad \gamma = \frac{i+2}{2} = 4/3 \quad (1.5 \text{分})$$

$$\therefore T_2 = T_1 (P_2/P_1)^{1/\gamma} = 600 \text{ K} \quad (3 \text{分})$$

$$\Delta E = (M/M_{\text{mol}}) \frac{1}{2} i R (T_2 - T_1) = 7479 \text{ J} \quad (3 \text{分})$$

$$(2) \quad A = -\Delta E = -7479 \text{ J}$$

 $(\because Q \neq 0, \text{ 负号表示外界对气体作功}) \quad (3 \text{分})$

$$(3) \because P_2 = n k T_2$$

$$\therefore n = P_2 / (k T_2) = 1.96 \times 10^{24} \text{ / m}^3 \quad (4 \text{分})$$

3. 解: 取坐标 x, y 如图, 由对称性知

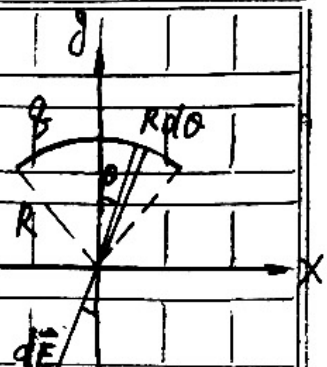
$$\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j}, \quad E_x \neq 0, \quad \vec{E} = E_y \vec{j} \quad (3 \text{分})$$

又线电荷密度 $\lambda = \frac{Q}{R\theta_0}$ (3分)

$$dE_y = + \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 R^2} \cos\theta \quad (3分)$$

$$\therefore E_y = + \int_{-\theta_0}^{+\theta_0} \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R^2} \cos\theta \cdot R d\theta \quad (3分)$$

$$= - \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R^2 \theta_0} \sin \frac{\theta_0}{2} \quad (3分)$$



4. 解: 建立坐标如图, 则 $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

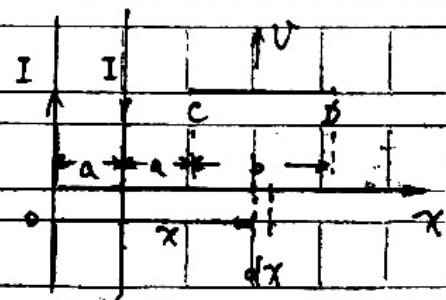
$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}, \quad B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi(x-a)} \quad (3分)$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi(x-a)} - \frac{\mu_0 I}{2\pi x} \quad \text{方向垂直纸面向外} \quad (2分)$$

$$dE = B V dx = \frac{\mu_0 I V}{2\pi} \left(\frac{1}{x-a} - \frac{1}{x} \right) dx \quad (3分)$$

$$E = \int dE = \int_{2a}^{2a+b} \frac{\mu_0 I V}{2\pi} \left(\frac{1}{x-a} - \frac{1}{x} \right) dx$$

$$= \frac{\mu_0 I V}{2\pi} \ln \frac{2(a+b)}{2a+b} \quad (4分)$$



感应电动势方向: $C \rightarrow D$, D 端电势较高 (3分)

5. 解

$$(1) \text{ 相邻条纹中心间距 } \Delta x = \frac{\lambda}{d} \quad (4分)$$

$$\text{相邻明纹中心角距离 } \Delta\theta = \frac{\lambda}{D} = \lambda/d$$

由上式可知角距离正比于 λ , $\Delta\theta$ 增大 10%

$$\lambda \text{ 也应增大 } 10\%, \therefore \lambda' = \lambda(1+0.1) = 6482 \text{ \AA} \quad (6分)$$

(2) 整个干涉装置浸入水中时, 相邻两明纹中

心角距离变为

$$\Delta\theta' = \lambda / (nd)$$

由题给条件 $\lambda/d = 0.20^\circ$ 所以 $\Delta\theta' = 0.15^\circ$ (5分)

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理试题

(请把答案写在答题纸上)

一、选择题, 将正确答案的编号填入括号内 (选做 10 题, 带 “*” 题应届毕业的考生必做, 每小题 4 分, 共 40 分)

1、下列说法中, 哪一个是正确的? ()

(A) 一质点在某时刻的瞬时速率是 2 m/s , 说明它在此后 1s 内一定要经过 2 m 的路程;

(B) 斜向上抛的物体, 在最高处的速度最小, 加速度最大;

(C) 物体加速度越大, 则速度越大;

(D) 物体作曲线运动时, 有可能在某时刻的法向加速度为零。

2、如图 1, 物体 A、B 质量分别为 M 、 m , 两物体间摩擦系数为 μ ,

接触面为竖直面, 为使 B 不下落, 则需要 A 的加速度 ()

(A) $a \geq \mu g$; (B) $a \geq \frac{g}{\mu}$; (C) $a \geq g$ (D) $a \geq \frac{(M+m)g}{M}$

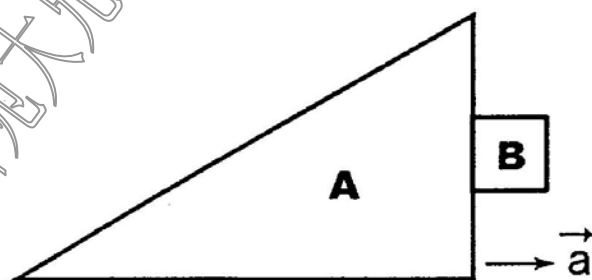


图 1

3、速度为 v 的子弹, 打穿一块木板后速度为零, 设木板对子弹的阻

力是恒定的, 那么, 当子弹射入木板的深度等于其厚度的一半时, 子弹的

速度是 ()

- (A) $\frac{v}{2}$; (B) $\frac{v}{4}$; (C) $\frac{v}{3}$; (D) $\frac{v}{\sqrt{2}}$ 。

4、有容积不同的 A、B 两个容器，A 中装有单原子分子理想气体，B 中装有双原子分子理想气体，若两种气体的压强相同，那么，这两种气体的单位体积的内能 $(E/V)_A$ 和 $(E/V)_B$ 的关系：()

- (A) 为 $(E/V)_A < (E/V)_B$; (B) 为 $(E/V)_A > (E/V)_B$;
(C) 为 $(E/V)_A = (E/V)_B$; (D) 不能确定。

5、对于理想气体系统来说，在下列过程中，哪个过程系统所吸收的热量、内能的增量和对外作的功三者均为负值？()

- (A) 等容降压过程; (B) 等温膨胀过程;
(C) 绝热膨胀过程; (D) 等压压缩过程。

6、两个同心均匀带电球面，半径分别为 R_1 和 R_2 ($R_1 < R_2$)，所带电量分别为 Q_1 和 Q_2 。设某点与球心相距 r ，当 $R_1 < r < R_2$ 时，该点电场强度的大小为：()

- (A) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 + Q_2}{r^2}$; (B) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 - Q_2}{r}$;
(C) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q_1}{r^2} + \frac{Q_2}{R_2^2} \right)$; (D) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{r^2}$

7、关于电场强度与电势之间的关系，下列说法中，哪一种是正确的？

- (A) 在电场中，电场强度为零的点，电势必为零;
(B) 在电场中，电势为零的点，电场强度必为零;
(C) 在电势不变的空间，电场强度处处为零;
(D) 在电场强度不变的空间，电势处处相等。

8、如图 2，载流的圆形线圈（半径 a_1 ）与正方形线圈（边长 a_2 ）通有相同

电流 I ，若两个线圈的中心 O_1 、 O_2 处磁感强度大小相同，则半径 a_1 与边长 a_2 之比 $a_1 : a_2$ 为()

- (A) 1:1 ; (B) $\sqrt{2}\pi:8$; (C) $\sqrt{2}\pi:4$; (D) $\sqrt{2}\pi:1$ 。

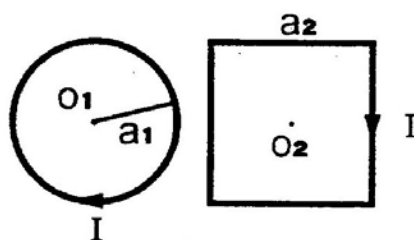


图2

9、一弹簧振子作谐振动，当其偏离平衡位置的位移的大小为振幅的 $1/4$ 时，其动能为振动总能量的 ()

- (A) $7/16$ (B) $9/16$ (C) $11/16$ (D) $13/16$ (E) $15/16$

*10、在驻波中，两个相邻波节，各质点的振动 ()

- (A) 振幅相同，位相相同； (B) 振幅不同，位相相同；
(C) 振幅相同，位相不同； (D) 振幅不同，位相不同。

11、如图 3，用单色光垂直照射在观察牛顿环的装置上，当平凸透镜垂直向上缓慢平移而远离平面玻璃时，可以观察到这些环状干涉条纹 ()

- (A) 向右平移； (D) 静止不动；
(B) 向中心收缩； (E) 向左平移； (C) 向外扩张。

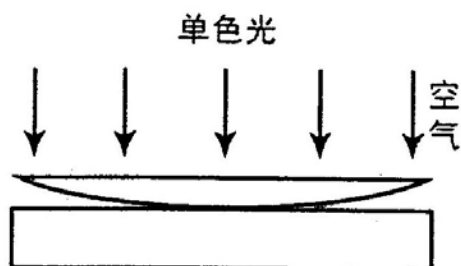


图3

*12、静止质量不为零的微观粒子作高速运动，这时粒子物质波的波长 λ 与速度 v 有如下关系：（ ）

(A) $\lambda \propto v$; (B) $\lambda \propto \frac{1}{v}$; (C) $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$; (D) $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$;

二、填空题（选作 10 题，带“*”题应届毕业的考生必做，每题 5 分，共 50 分）

1、一质点的运动方程为 $X = 8t - t^2 (SI)$ ，则在 t 由 0 至 6 s 的时间间隔内，质点的位移大小为____，质点走过的路程为_____。

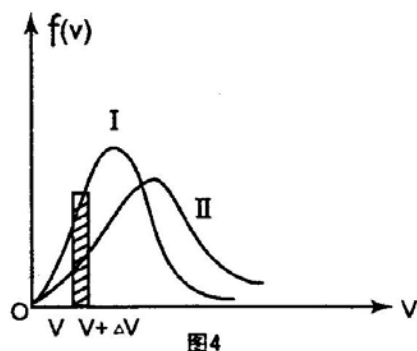
2、一质量为 0.5kg 的物体作斜抛运动，初速率 $v_0 = 20 m/s$ ，仰角 $\theta = 60^\circ$ 。如果忽略空气阻力，物体从抛出点到最高点这一过程中所受合外力的冲击波量大小为____，冲量的方向为_____。

3、有一半径为 R 的水平圆转台，可绕通过其中心竖直固定光滑轴转动，转动惯量为 J ，开始时转台以匀角速度 ω_0 转动，此时有一质量为 m 的人站在转台中心，随后人沿半径向外跑去，当人到达转台边缘时，转台角速度 ω 等于_____。

4、如图 4 所示两条曲线分别表示氢氧两种气体在相同温度 T 时分子按速率分布，其中

(1) 曲线 I 表示____气分子速率分布曲线；

(2) 画有斜线的小窄条面积表示_____；



5、有一卡诺热机，用 29kg 空气为工作物质，工作在 27℃ 高温热源与 -73℃

的低温热源之间, 则此热机效率 $\eta =$ _____; 若在等温膨胀的过程中气缸体积增大 2.718 倍, 则此热机每一循环所作的功为_____。(空气的摩尔质量为 $29 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$)

6、一“无限长”均匀带电的空心圆柱体, 内半径 a , 外半径 b , 电荷体密度为 ρ , 若作一半径为 r ($a < r < b$)、长度 ℓ 的同轴圆柱形高斯面, 则其中包含的电量 $q =$ _____。

*7、如图 5 所示, $CDEF$ 为一矩形, 边长分别为 ℓ 和 2ℓ , 在 DC 延长线上 $CA = \ell$ 处的 A 点有点电荷 q ($q > 0$), 在 CF 的中点 B 点有点电荷 $-q$, 若使单位正电荷从 C 点沿 $CDEF$ 路径运动到 F 点, 则电场力所作功等于_____。

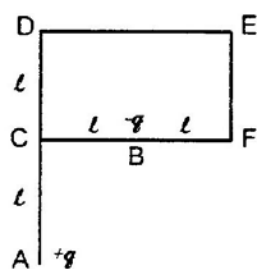


图5

8、一磁场的磁感应强度为 $\vec{B} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{k}$, 则通过一半径为 R , 开口向 Z 轴正方向的半球壳的磁通量为_____。(以球壳从内向外为正。)

9、一系统作简谐振动, 周期为 T , 以余弦函数表示时, 初位相为零, 在 $0 \leq t \leq \frac{1}{2}T$ 范围内, 系统在 $t =$ _____时刻动能和势能相等。

*10、一平面简谐波沿 X 轴正方向传播, 已知 $X_0 = -5\text{m}$ 处质点的振动方程为 $y = A\omega(\omega t + \varphi)$, 若波速为 u , 则此波的波动方程为 $y =$ _____。

11、某一块火石玻璃的折射率是 1.65, 现将这块玻璃浸没在水中 ($n = 1.33$). 欲

使从这块玻璃表面反射到水中的光是完全偏振的,则光由水射向玻璃的入射角应为_____或_____。

12、原子内电子的量子态由 n 、 ℓ 、 m_ℓ 和 m_s 四个量子数表征。当 n 、 ℓ 、 m_ℓ 一定时,不同量子态的数目为_____;当 n, ℓ 一定时,不同量子态数目为_____;当 n 一定时,不同量子态数目为_____。

三、计算题(选作4题,带“*”题应届毕业的考生必做,每题15分,共60分)。

1、质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射入沙土中,设子弹所受阻力与速度反向,大小与速度成正比,比例系数为 k ,忽略子弹的重力,求:

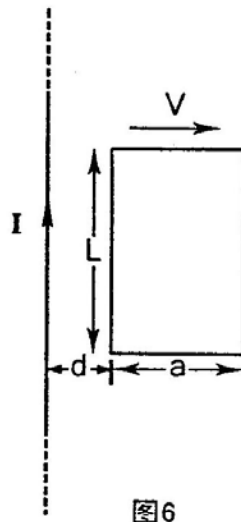
(1)子弹射入沙土后,速度随时间变化的函数式;

(2)子弹进入沙土的最大深度。

2、挂在天花板上的一个吊扇在开启电源后,经过 t_1 时间达到额定转速,此时相应的角速度为 ω_0 。当关闭电源后,经过 t_2 时间风扇停转,已知风扇转动部分的转动惯量为 J ,并假定摩擦力矩和电机的电磁力矩均为常量,试根据已知量推算电磁的电磁力矩。

3、两共轴的导体圆筒的内、外筒半径分别为 R_1 和 R_2 , $R_2 < 2R_1$ 。期间有两层均匀电介质,分界面半径为 r 。内层介质相对介电常量为 ϵ_{r1} ,外层介质相对介电常量为 ϵ_{r2} , $\epsilon_{r2} = \frac{\epsilon_{r1}}{2}$ 。两层介质的击穿场强都是 E_{\max} 。当电压升高时,哪层介质先击穿?两筒间能加的最大电势差多大?

*4、如图6所示,(1)长直导线中通有电流 $I=5.0\text{A}$,另一矩形线圈共 10^3 匝,宽 $a=10\text{cm}$,长 $L=20\text{cm}$,以 $v=2\text{m/s}$ 的速度向右平动,求(1)当 $d=10\text{cm}$ 时线圈中的感应电动势。(2)若线圈静止不动,而长导线中通有交变电流 $i=5\sin 100\pi t \text{ A}$,求绕圈中的感应电动势(已知真空磁导率 $\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\text{N}\cdot\text{A}^{-2}$)



5、在双缝干涉实验中，波长 $\lambda = 5500 \text{ \AA}$ 的单色平行光垂直入射到缝间距 $d = 2.0 \times 10^{-4} \text{ m}$ 的双缝上，屏到双缝的距离 $D = 2.0 \text{ m}$ 。求：

- (1) 中央明纹两侧的两条第 10 级明纹中心的间距；
- (2) 用一厚度为 $e = 6.6 \times 10^{-6} \text{ m}$ 、折射率 $n = 1.58$ 的玻璃片覆盖一缝后，零级明条纹将移到原来的第几级明条纹处？

北京市 2005 年硕士研究生入学考试

科苑大兄 QQ877805926, 唯一淘宝 ID: lqm526, 其它为假冒!

大学物理试题答案

- 1、(D); 2、B); 3、(D); 4、(A); 5、(D); 6、: D); 7、(C);
8、(B); 9、(E); 10、(B); 11、(B); 12、(C)

二、填空题

1、 $12m$, $-20m$.

2、 $8.66 N \cdot s$, 竖直向下。

3、 $\frac{J\omega_0}{J+mR_2}$ 。

4、(1) 曲线 I 表示 氢 气分子速率分布曲线;

(2) 速率在 $v \rightarrow v + \Delta v$ 范围内的分子百分率;

5、 $\frac{1}{3}$; $8.31 \times 10^5 J$ 。

6、 $\rho \pi l (r_2 - a^2)$ 。

*7、 $\frac{q}{4\pi\epsilon_0\ell} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{5}} \right]$ 。

8、 $-\pi R^2 C$ Wb。

9、 $\frac{T}{8}$, $\frac{3T}{8}$

*10、 $y = A \cos \left[\omega \left(t - \frac{5+X}{u} \right) + \varphi \right] m$ 。

11、 51.13° 或 $\arctg 1.24$ 。

12、 2 ; $2 \times (2\ell + 1)$; $2n^2$ 。

1、

解: (1) $ma = -kv \rightarrow \frac{dv}{dt} = -\frac{kv}{m}$ (3 分)

$$\int_{v_0}^v \frac{dv}{v} = -\frac{k}{m} \int_0^t dt \quad (3 \text{ 分}) \rightarrow \ln \frac{v}{v_0} = -\frac{k}{m} t \quad v(t) = v_0 e^{-\frac{k}{m} t} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \begin{cases} v = \frac{dx}{dt} \\ \frac{dv}{dt} = -\frac{k}{m} v \end{cases} \rightarrow \frac{dx}{dt} = -\frac{k}{m} \frac{dv}{dt} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\int_0^{x_{\max}} dx = -\frac{m}{k} \int_{v_0}^0 dv \quad \therefore X_{\max} = \frac{mv_0}{k} \quad (1 \text{ 分})$$

2、

解: 设电磁力矩为 M , 阻力矩为 Mr , 则根据转动定律

开启时 $M - Mr = J\beta_1$ (3 分) 关闭时 $-Mr = J\beta_2$ (3 分)

$$\omega_0 = \beta_1 t_1 \quad (3 \text{ 分}) \quad \omega_0 + \beta_2 t_2 = 0 \quad (3 \text{ 分})$$

联主各式 $M = J(\beta_1 - \beta_2) = J\omega_0 \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)$ (3 分)

3、

解: 设内筒所带线电荷密度为 λ , 则由高斯定理得离轴 r 处场强

$$E = \begin{cases} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_{r_1}r} & R_1 < r < r_0 \\ \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_{r_2}r} & r_0 < r < R_2 \end{cases} \quad (2 \text{ 分})$$

\therefore 内、外筒电势差

$$U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \left[\int_{R_1}^{r_0} \frac{dr}{\epsilon_{r_1}r} + \int_{r_0}^{R_2} \frac{dr}{\epsilon_{r_2}r} \right] = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_{r_1}} \left[\ln \frac{r_0}{R_1} + 2 \ln \frac{R_2}{r_0} \right] = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_{r_1}} \ln \frac{R_2^2}{R_1 r_0} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{或 } v = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0\epsilon_{r_1}} \ln \frac{R_2^2}{R_1 r_0} \quad (1 \text{ 分}),$$

$$\text{因此内层介质中场强 } E = \frac{v}{r \ln \frac{R_2^2}{R_1 r_0}} \quad (1 \text{ 分}),$$

$$\text{最大场强在 } r = R_1 \text{ 处, 即最大场强 } E_1 = \frac{v}{R_1 \ln \frac{R_2^2}{R_1 r_0}} \quad (1 \text{ 分}),$$

$$\text{同理外层介质中最大场强 } E_2 = \frac{2v}{r_0 \ln \frac{R_2^2}{R_1 r_0}} \quad (2 \text{ 分}),$$

$$\text{而 } \frac{E_2}{E_1} = \frac{2R_1}{r_0} > 1, \text{ 即外层介质中场强先达到 } E_{\max} \text{ 而被击穿} \quad (2 \text{ 分}),$$

$$\text{最大电势差, 由 } E_2 = E_{\max} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\therefore v_{\max} = \frac{E_{\max} r_0}{2} \ln \frac{R_2^2}{R_1 r_0} \quad (2 \text{ 分}).$$

4、解：(1) 当线圈运动时，上、下两边不产生动生电动势，而线圈中的总电动势

$$\varepsilon = \varepsilon - \varepsilon_1 = N(B_1 - B_2)Lv = NLv \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{d+a} \right) \quad (4 \text{ 分})$$

$$= 2 \times 10^{-3} \text{ V} \quad (2 \text{ 分}) \quad \text{方向：顺时针} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \quad \psi = N \iint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \frac{\mu_0 N i L}{2\pi} \ln \frac{d+a}{d} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\varepsilon = -\frac{d\psi}{dt} = -\frac{\mu_0 N i L}{2\pi} \left(\ln \frac{d+a}{d} \right) \frac{di}{dt} \quad (3 \text{ 分})$$

$$= -4.4 \times 10^{-2} \cos 100\pi t \quad (2 \text{ 分})$$

$$5、\text{解：(1) } \Delta X = \frac{20D\lambda}{d} \quad (3 \text{ 分}) \text{ 代入数字 } \Delta X = 0.11 \text{ m} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 覆盖玻璃片后, 零级明纹满足 } (n-1)e + r_1 = r_2 \quad (3 \text{ 分})$$

设不蓄玻璃片时，此处为第 k 级明纹中心，则应有 $r_2 - r_1 = k\lambda$

(3 分)

$$\therefore k = \frac{(n-1)e}{\lambda} = 6.97 = 7 \quad \text{即原零级明纹移到源第 7 级明纹处}$$

(3 分)

2006 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理试题

(请把答案写在答题纸上, 写在试题纸上的答案无效)

一、 选择题: (选做 10 题, 每小题 4 分, 共 40 分)

1、一质点沿 y 轴运动, 其运动方程为 $y = 4t^2 - 2t^3$ (SI), 则当质点返回原点时, 其速度和加速度分别为:

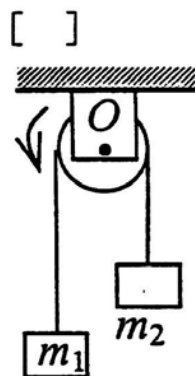
- (A) $8m \cdot s^{-1}$, $16m \cdot s^{-2}$; (B) $-8m \cdot s^{-1}$, $16m \cdot s^{-2}$;
(C) $8m \cdot s^{-1}$, $-16m \cdot s^{-2}$; (D) $-8m \cdot s^{-1}$, $-16m \cdot s^{-2}$ 。

2、一质点在几个外力同时作用下运动时, 下述说法正确的是:

- (A) 质点的动量改变时, 质点的动能一定改变;
(B) 质点的动能不变时, 质点的动量也一定不变;
(C) 外力的冲量是零, 外力的功一定为零;
(D) 外力的功为零, 外力的冲量一定为零。

3、一轻绳跨过一具有水平光滑轴、质量为 M 的定滑轮, 绳的两端分别悬有质量为 m_1 和 m_2 的物体($m_1 < m_2$), 如图 1 所示. 绳与轮之间无相对滑动. 若某时刻滑轮沿逆时针方向转动, 则绳中的张力:

- (A) 处处相等; (B) 左边大于右边;
(C) 右边大于左边; (D) 哪边大无法判断 (图 1)

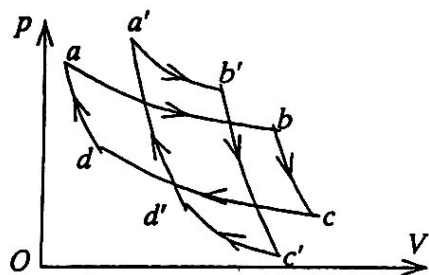


4、水蒸气分解成同温度的氢气和氧气, 内能增加了百分之几 (不计振动自由度和化学能)?

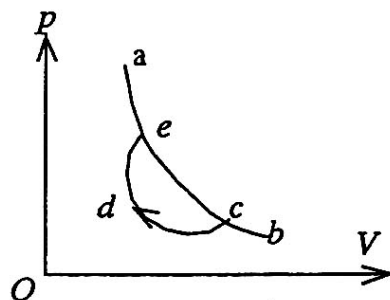
- (A) 66.7%; (B) 50%;
(C) 25%; (D) 0。

5、某理想气体分别进行了如图 2 所示的两个卡诺循环：I ($abcda$)和II ($a'b'c'd'a'$)，且两个循环曲线所围面积相等。设循环 I 的效率为 η ，每次循环在高温热源处吸的热量为 Q ；循环 II 的效率为 η' ，每次循环在高温热源处吸的热量为 Q' ，则：

- (A) $\eta < \eta'$ ， $Q < Q'$ ； (B) $\eta < \eta'$ ， $Q > Q'$ ；
(C) $\eta > \eta'$ ， $Q < Q'$ ； (D) $\eta > \eta'$ ， $Q > Q'$ 。



(图 2)



(图 3)

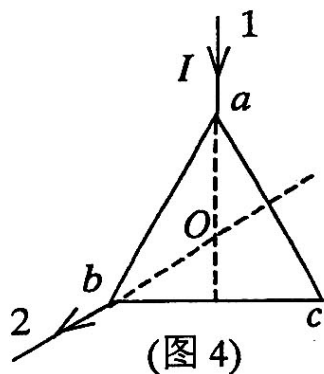
6、如图 3 所示，设某热力学系统经历一个由 $c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow c$ 的循环过程，其中， ab 是一条绝热曲线。由热力学定律可知，该系统在循环过程中：

- (A) 整个过程都不吸收热量；
(B) 有的阶段吸热，有的阶段放热，整个过程中吸的热量等于放出的热量；
(C) 有的阶段吸热，有的阶段放热，整个过程中吸的热量小于放出的热量；
(D) 有的阶段吸热，有的阶段放热，整个过程中吸的热量大于放出的热量。

7、一个平行板电容器，充电后与电源断开，当用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大，则两极板间的电势差 U_{12} 、电场强度的大小 E 、电场能量 W 将发生如下变化：

- (A) U_{12} 减小， E 减小， W 减小； (B) U_{12} 增大， E 增大， W 增大；
(C) U_{12} 增大， E 不变， W 增大； (D) U_{12} 减小， E 不变， W 不变。

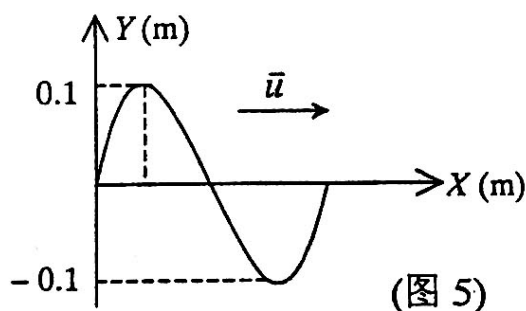
8、电流 I 由长直导线 1 沿垂直 bc 边方向经 a 点流入由电阻均匀的导线构成的正三角形线框，再由 b 点沿垂直 ac 边方向流出，经长直导线 2 返回电源(如图 4)。若载流直导线 1、2 和三角形框中的电流在框中心 O 点产生的磁感强度分别用 \vec{B}_1 、 \vec{B}_2 和 \vec{B}_3 表示，则 O 点的磁感强度大小：



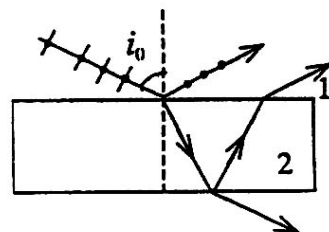
- (A) $B = 0$ ，因为 $B_1 = B_2 = B_3 = 0$ ；
 (B) $B = 0$ ，因为虽然 $B_1 \neq 0$ 、 $B_2 \neq 0$ ，但 $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$ ， $B_3 = 0$ ；
 (C) $B \neq 0$ ，因为虽然 $B_3 = 0$ ，但 $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 \neq 0$ ；
 (D) $B \neq 0$ ，因为虽然 $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$ ，但 $B_3 \neq 0$ 。

9、已知平面简谐波沿 X 正向传播，波速 $u = 400 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，频率 $\nu = 20 \text{ Hz}$ 。 $t = 0$ 时刻波形曲线如图 5 所示，则波形表达式为：

- (A) $y = 0.1 \cos \left[40\pi \left(t - \frac{x}{400} \right) - \frac{\pi}{2} \right] \text{ m}$ ；
 (B) $y = 0.1 \cos \left[40\pi \left(t - \frac{x}{400} \right) + \frac{\pi}{2} \right] \text{ m}$ ；
 (C) $y = 0.1 \cos \left[20\pi \left(t - \frac{x}{400} \right) - \frac{\pi}{2} \right] \text{ m}$ ；
 (D) $y = 0.1 \cos \left[20\pi \left(t - \frac{x}{400} \right) + \frac{\pi}{2} \right] \text{ m}$



10、一束自然光自空气射向一块平板玻璃(如图 6)，设入射角等于布儒斯特角 i_0 ，则在界面 2 的反射光：



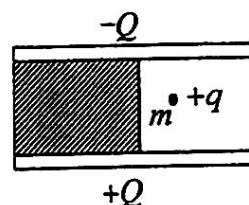
- (A) 是自然光；
 (B) 是部分偏振光；
 (C) 是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面；

(D) 是线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面。

11、如果某带电体其电荷分布的体密度 ρ 增大为原来的 2 倍，则其电场的能量变为原来的

- (A) 1/4 倍; (B) 1/2 倍;
(C) 2 倍; (D) 4 倍。

12、一个大平行板电容器水平放置，两极板间的一半空间充有各向同性均匀电介质，另一半为空气，如图



(图 7)

7. 当两极板带上恒定的等量异号电荷时，有一个质量为 m 、带电荷为 $+q$ 的质点，在极板间的空气区域中处于平衡。

此后，若把电介质抽去，则该质点

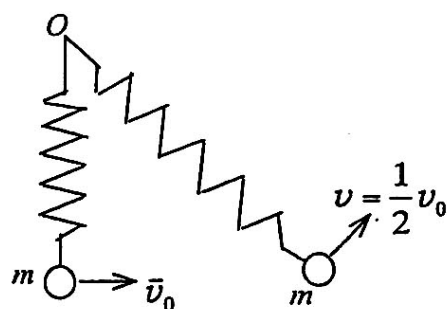
- (A) 保持不动; (B) 向上运动;
(C) 向下运动; (D) 是否运动不能确定。

二、 填空题（选做 10 题，每小题 5 分，共 50 分）

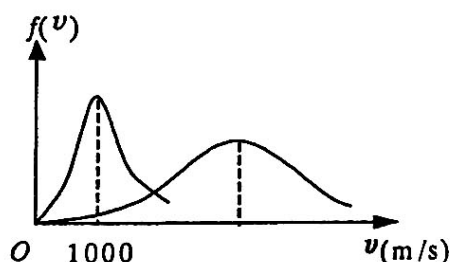
1、一飞轮边缘上的一点所经过的路程与时间的关系为 $S = t^3 + 2t^2$ (S 以 cm 计, t 以 s 计)。已知 $t=2\text{s}$ 时，加速度的大小为 $a = 16\sqrt{2}\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$ ，则飞轮的半径为_____。

2、光滑水平面上有一轻弹簧，劲度系数为 k ，弹簧一端固定在 O 点，另一端拴一个质量为 m 的物体，弹簧初始时处于自由伸长状态，若此时给物体 m 一个垂直于弹簧的初速度 \bar{v}_0 ，如图 8 所示，则当物体速率为 $\frac{1}{2}v_0$ 时弹簧对物体的拉力为_____。

3、图 9 示氢气分子和氧气分子在相同温度下的麦克斯韦速率分布曲线。则氢分子的最概然速率为_____。



(图 8)

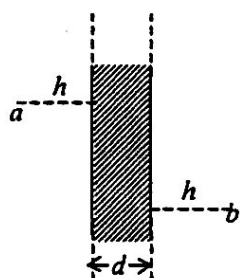


(图 9)

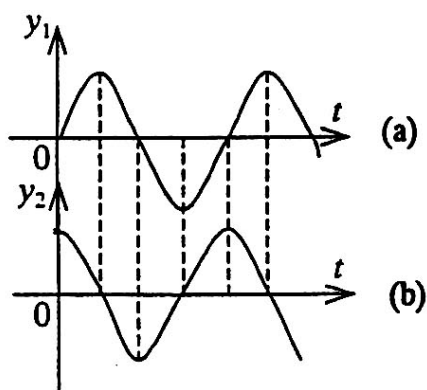
4、将一静止质量为 M_0 的电子从静止加速到 $0.8c$ (c 为真空光速) 的速度, 则加速器对电子做功为 _____ (用 M_0 、 c 表示)。

5、如图 10 所示, 一厚度为 d 的“无限大”均匀带电板, 电荷面密度为 σ , 则板的两侧离板面距离均为 h 的两点 a 、 b 之间的电势差为 _____。

6、一简谐波沿 x 轴正方向传播. x_1 和 x_2 两点处的振动曲线分别如图 11(a) 和(b)所示. 已知 $x_2 > x_1$ 且 $x_2 - x_1 < \lambda$ (λ 为波长), 则 x_2 点的相位比 x_1 点的相位滞后 _____。



(图 10)



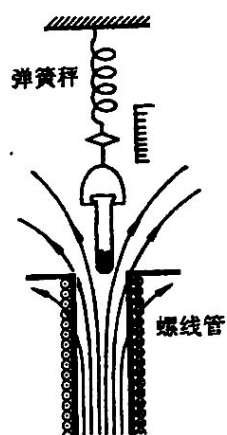
(图 11)

7、一静止小船质量为 100kg , 船头到船尾共长 3.6m . 现有一质量为 50kg 的人从船尾走到船头时, 船头移动的距离 $d =$ _____ (假定水静止不动, 并不计水的阻力)。

8、物体作谐振动的周期为 12s , 则物体从平衡位置运动到最大位移的一

半处所需的最短时间为 $\Delta t =$ _____。

9、将磁介质样品装入试管中，用弹簧吊起来挂到一竖直螺线管的上端开口处(如图 12 所示)。当螺线管通电流后，则可发现随样品不同，它可能受到该处不均匀磁场的向上或向下的磁力。这是一种区分样品是顺磁质还是抗磁质的精细的实验。受到向上磁力的样品是_____。

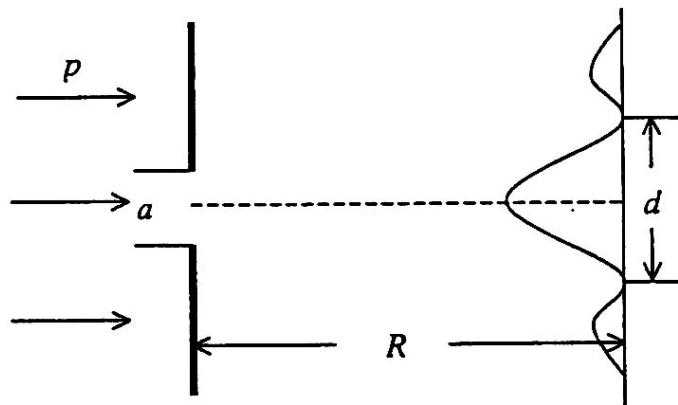


(图 12)

10、波长 $\lambda = 600\text{nm}$ 的单色平行光垂直照射于竖直的两个狭缝上。离开双缝的光在到达接收屏前，两束光分别都通过 5cm 长的透明管子。现将一只管子逐渐抽空，观察到屏上某点移过了 25 条明条纹。则空气折射率 $n =$ _____。

11、已知一平面简谐波的方程为 $y = 2 \cos 2\pi(10t - \frac{x}{5})$ (SI)，当 $t = 0.25\text{s}$ 时距原点最近的波峰位置是_____。

12、如图 13 所示，一束动量为 p 的电子，通过缝宽为 a 的狭缝，在距离狭缝为 R 处放置一荧光屏，屏上衍射图样中央最大的宽度 $d =$ _____。



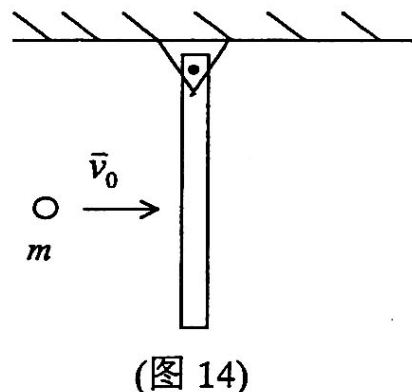
(图 13)

三、 计算题 (选做 4 题，每小题 15 分，共 60 分)

1、质量为 m 的物体，在原点从静止开始在力 $F = F_0 e^{\alpha x}$ 的作用下，沿 X 轴正向运动 (式中 F_0 、 α 为常数)。在物体移动距离为 L 的过程中，动量的增

量是多少？

2、如图 14 示，一根长为 L 、质量为 M 的均匀细棒静止悬挂在水平光滑轴上，棒可在竖直平面内自由转动。现有一质量 m 的小球，以水平速度 v_0 在棒中点与棒作完全弹性碰撞，设， $m=0.1M$ ，细棒碰后在其平衡位置附近作小角度摆动（视作简谐振动），求：



(1) 碰后小球的运动速度；

(2) 棒的谐振动方程。

3、某理想气体的等容摩尔热容为 C_V ，若气体压强按 $p = p_0 e^{\alpha V}$ 的规律变化（ p_0 、 α 为常数），试证明该气体的摩尔热容量 C 与体积 V 之间的关系为：

$$C = C_V + \frac{R}{1 + \alpha V}$$

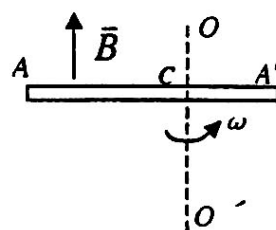
其中： R 为理想气体普适恒量。

4、无限长均匀带电薄圆筒，视为均匀带电圆柱面，半径为 R ，带电面密度为 σ ：

(1) 当筒沿其轴线以匀速度 v 平移时，求桶内外的磁感应强度的分布？

(2) 当筒绕其轴线以匀角速度 ω 转动时，求桶内外的磁感应强度的分布？

5、如图 15 所示，导体棒 AA' 在均匀磁场 \vec{B} 中绕通过 C 点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴 OO' 转动（角速度 $\vec{\omega}$ 与 \vec{B} 同方向）， AC 的长度为棒长的



的 $2/3$ ，则 AA' 两点间的电势差为多少？哪点电势高？

一、选择题 (每题 4 分, 共 40 分)

D C C C B D C A B C D B

二、填空题 (每题 5 分, 共 50 分)

1、25cm

2、 $\frac{v_0}{2}\sqrt{3km}$

3、4000 m · s⁻¹

4、 $2M_0c^2/3$

5、0

6、 $\frac{3}{2}\pi$

7、1.2m

8、1s

9、抗磁质

10、1.0003

11、±2.5m

12、 $2Rh/(ap)$

三、计算题 (共 60 分)

1、解：合力的功： $A = \int_0^L F dx = \int_0^L F_0 e^{\alpha x} dx = \frac{F_0}{\alpha} (e^{\alpha L} - 1)$ (5 分)

由动能定理： $A = \Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2$ (5 分)

$\therefore \Delta p = mv = \sqrt{\frac{2F_0 m}{\alpha} (e^{\alpha L} - 1)}$ (5 分)

2、解：(1) 完全弹性碰撞满足角动量守恒和机械能守恒：

$$mv_0 \frac{L}{2} = mv \frac{L}{2} + J\omega_0 \quad \text{-----①} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega_0^2 \quad \text{-----②} \quad (3 \text{ 分})$$

其中: $M = 10m, J = \frac{1}{3}ML^2$, 解得: $v = -\frac{37}{43}v_0$ $\omega_0 = \frac{12v_0}{43L}$, 负号表明

小球碰后反弹。

(2) 碰撞瞬间, 棒在平衡位置。

当棒偏离平衡位置 θ 角时, 所受外力矩:

$$M_z = -Mg \frac{L}{2} \sin \theta = -Mg \frac{L}{2} \theta \quad (2 \text{ 分})$$

由转动定理:

$$M_z = J \frac{d^2\theta}{dt^2} = -Mg \frac{L}{2} \theta \quad \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{3g}{2L} \theta = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

棒碰后满足机械能守恒:

$$\frac{1}{2}J\omega_0^2 = \frac{L}{2}Mg(1 - \cos \theta_{\max}), \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } \theta_{\max} = \cos^{-1} \left(1 - \frac{J\omega_0^2}{LMg} \right) = \cos^{-1} \left(1 - \frac{48v_0^2}{1849Lg} \right)$$

故, 碰后棒作圆频率 $\sqrt{\frac{3g}{2L}}$, 初位相 $\varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$, 振幅

$\theta_{\max} = \cos^{-1} \left(1 - \frac{48v_0^2}{1849Lg} \right)$ 的谐振动, 其振动方程:

$$\theta = \theta_{\max} \cos \left(\sqrt{\frac{3g}{2L}} t - \frac{\pi}{2} \right) \quad (3 \text{ 分})$$

3、证明: 由热容定义: $C = \frac{dQ}{dT}$

对一摩尔的理想气体, 由热力学第一定律:

$$dQ = pdV + \frac{i}{2}RdT = pdV + C_v dT \quad (3 \text{ 分})$$

$$\therefore C = p \frac{dV}{dT} + C_v \quad (3 \text{ 分})$$

由理想气体状态方程: $pV = RT$, 故:

$$p_0 e^{\alpha V} V = RT \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{两边求全微分: } (p_0 e^{\alpha V} \cdot \alpha V + p_0 e^{\alpha V})dV = RdT \quad \frac{dV}{dT} = \frac{R}{\alpha V + 1} \frac{1}{p}$$

$$\therefore C = C_v + \frac{R}{\alpha V + 1} \quad (6 \text{ 分}) \text{ 证毕}$$

4、解:

(1) 当筒沿其轴线以匀速度 v 平移时, 相当于无限长载流柱面, 其电流强度:

$$I = 2\pi Rv \cdot \sigma$$

故空间各点磁感应强度:

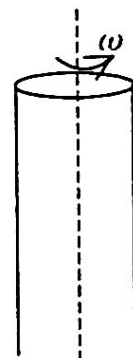
$$B = \begin{cases} 0 & r < R \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 Rv\sigma}{r} & r > R \end{cases} \quad (8 \text{ 分})$$



(2) 当筒绕其轴线以匀角速度 ω 转动时, 相当于无限长直螺线管, 单位长度螺线管流有的电流: $nI = \omega R\sigma$

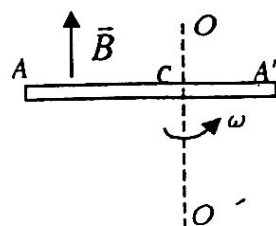
故空间各点磁感应强度:

$$B = \begin{cases} \mu_0 nI = \mu_0 \omega R\sigma & \text{筒内} \\ 0 & \text{筒外} \end{cases} \quad (7 \text{ 分})$$



5、解: AC 段产生的动生电动势

$$\varepsilon_{AC} = \int_C^A \vec{v} \times \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_C^A vBdl = \int_0^{2L/3} l\omega Bdl = \frac{2}{9}\omega BL^2$$



方向: $C \rightarrow A$ 。 $u_A - u_C = \frac{2}{9} \omega B L^2$ (4 分)

同理, $A'C$ 段产生的动生电动势

$$\varepsilon_{A'C} = \int_C^{A'} \vec{v} \times \vec{B} \cdot d\vec{l} = \frac{1}{18} \omega B L^2 \quad (4 \text{ 分})$$

方向: $C \rightarrow A'$ 。

$$u_{A'} - u_C = \frac{1}{18} \omega B L^2 \quad (4 \text{ 分})$$

AA' 两点间电势差:

$$u_A - u_{A'} = u_A - u_C + u_C - u_{A'} = \frac{1}{6} \omega B L^2 \quad \text{A 点电势高} \quad (3 \text{ 分})$$

2007 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理试题

(请将答案写在答题纸上, 写在试题上的答案无效)

一、 选择题: (选做 10 题, 每小题 4 分, 共 40 分)

1、 在以加速度 a 向上运动的电梯内, 挂着一根劲度系数为 k 、质量不计的弹簧. 弹簧下面挂着一质量为 M 的物体, 物体相对于电梯的速度为零. 当电梯的加速度突然变为零后, 电梯内的观测者看到物体的最大速度为

(A) $a\sqrt{M/k}$. (B) $a\sqrt{k/M}$.

(C) $2a\sqrt{M/k}$. (D) $\frac{1}{2}a\sqrt{M/k}$.

2、 考虑下列四个实例. 你认为哪一个实例中物体和地球构成的系统的机械能不守恒?

- (A) 物体作圆锥摆运动.
- (B) 抛出的铁饼作斜抛运动 (不计空气阻力).
- (C) 物体在拉力作用下沿光滑斜面匀速上升.
- (D) 物体在光滑斜面上自由滑下.

3、 一轻绳绕在有水平轴的定滑轮上, 滑轮的转动惯量为 J , 绳下端挂一物体. 物体所受重力为 P , 滑轮的角加速度为 β . 若将物体去掉而以与 P 相等的力直接向下拉绳子, 滑轮的角加速度 β 将

- (A) 不变. (B) 变小.
- (C) 变大. (D) 如何变化无法判断.

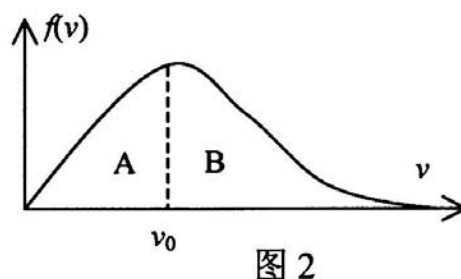
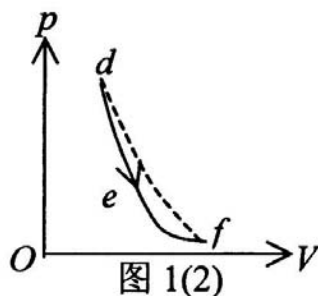
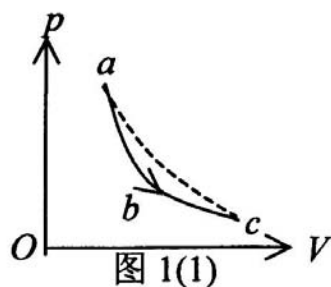
4、 一定量的理想气体, 分别经历如图 1(1) 所示的 abc 过程, (图中虚线 ac 为等温线), 和图 1(2) 所示的 def 过程 (图中虚线 df 为绝热线). 判断这两种过程是吸热还是放热.

- (A) abc 过程吸热, def 过程放热.

(B) abc 过程放热, def 过程吸热.

(C) abc 过程和 def 过程都吸热.

(D) abc 过程和 def 过程都放热.



5、图 2 示的曲线表示某理想气体在温度 T 下的分子麦克斯韦速率的分布情况。图中虚线将曲线下包围的面积分成了相等的两块 A 和 B, 则速度 v_0 的意义是

(A) 平均速率;

(B) 最概然速率;

(C) 方均根速率;

(D) 速率大于 v_0 和小于 v_0 的分子数相等。

6、在温度分别为 327°C 和 27°C 的高温热源和低温热源之间工作的热机, 理论上的最大效率为

(A) 25%

(B) 50%

(C) 75%

(D) 91.74%

7、两只电容器, $C_1 = 8 \mu\text{F}$, $C_2 = 2 \mu\text{F}$, 分别把它们充电到 1000 V , 然后将它们反接(如图 3 所示), 此时两极板间的电势差为:

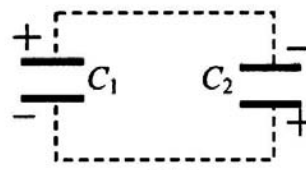


图 3

(A) 0 V .

(B) 200 V .

(C) 600 V .

(D) 1000 V

8、如图 4, 在一固定的载流大平板右边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, 则从右向左正对着大通电平板看, 电

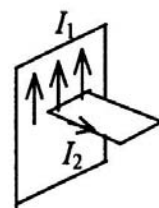


图 4

线框的运动情况是:

- (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.

9、一端固定在天花板上的长细绳下, 悬吊一装满水的玻璃瓶子构成一个单摆, 瓶的质量和水的质量相近。瓶底有一小孔, 在摆动过程中, 瓶中的水不断外漏。如忽略空气阻力, 则从开始漏水到水漏完为止的整个过程中, 此摆的摆动频率

- (A) 越来越大; (B) 越来越小;
(C) 先变大后变小; (D) 先变小后变大。

10、在迈克尔逊干涉仪的一臂中, 放入以厚度为 1mm 的真空盒, 当盒内逐渐充入一种气体时, 观察到 150 条干涉条纹移动。已知入射光波长为 500nm, 则这种气体的折射率为:

- (A) 0.0375; (B) 0.0750;
(C) 1.0375; (D) 1.0750。

11、已知两均匀电场单独存在时其电场能量密度相等, 当此两电场的电场强度方向相同叠加在一起时, 合电场的能量密度等于一个电场单独存在时的

- (A) 1 倍; (B) 2 倍;
(C) 3 倍; (D) 4 倍。

12、无限大带电导体板两侧面上的电荷面密度为 σ_0 , 现在导体板两侧分别充以介电常数 ϵ_1 与 ϵ_2 ($\epsilon_1 \neq \epsilon_2$) 的各向同性均匀电介质, 则导体两侧的电场强度大小分别为

- (A) $E_1 = \frac{\sigma_0}{\epsilon_1}$ $E_2 = \frac{\sigma_0}{\epsilon_2}$; (B) $E_1 = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_1}$ $E_2 = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_2}$;
(C) $E_1 = \frac{2\sigma_0}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$ $E_2 = \frac{2\sigma_0}{\epsilon_1 + \epsilon_2}$; (D) $E_1 = 0$ $E_2 = 0$ 。

二、 填空题（选做 10 题，每小题 5 分，共 50 分）

1、一块木料质量为 45 kg，以 8 km/h 的恒速向下游漂动，一只 10 kg 的天鹅以 8 km/h 的速率向上游飞动，它企图降落在这块木料上面。但在立足尚未稳时，它就又以相对于木料为 2 km/h 的速率离开木料，向上游飞去。忽略水的摩擦，木料的末速度为_____。

2、一质量 $m=0.50\text{kg}$ 的质点在平面上运动，其运动方程为 $x=2\cos\pi t$ 、 $y=4t$ (SI)。则 $t=2\text{s}$ 时，该质点所受的合力 $\vec{F}=\underline{\hspace{2cm}}$ 。

3、在温度为 T 的平衡状态下，试问在重力场中分子质量为 m 的气体，当分子数密度减少一半时的高度 $h=\underline{\hspace{2cm}}$ 。

4、一火箭的固有长度为 L ，相对于地面作匀速直线运动的速度为 v_1 ，火箭上有一个人从火箭的后端向火箭前端上的一个靶子发射一颗相对于火箭的速度为 v_2 的子弹。在火箭上测得子弹从射出到击中靶的时间间隔是：_____。

5、在半径为 R 的金属球内偏心地挖出一个半径为 r 的球型空腔，如图 5 所示，在距空腔中心 O 点 d 处放一点电荷 q ，金属球带电 $-q$ ，则 O 点的电势为_____。

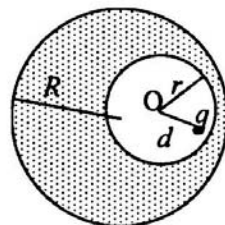


图 5

6、一端固定，另一端自由的棒中有余弦驻波存在，其中三个最低振动频率之比为_____。

7、已知某物体作直线运动，其加速度 $a=-kvt$ ，式中 k 为常量；当 $t=0$ 时，初速度为 v_0 。则任一时刻 t 物体的速度 $v(t)=\underline{\hspace{2cm}}$ 。

8、质量为 m 的质点在水平光滑面上，两侧各接一弹性系数为 k 的弹簧，如图 6，弹簧另一端被固定于壁上， L 为两弹簧自然长度，如使 m

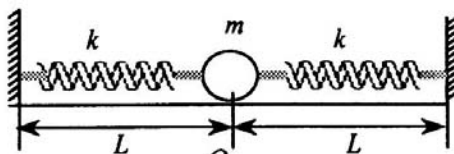


图 6

向右有一小位移后，静止释放，则此弹簧振子的振动频率 ν 为_____。

9、如图 7 所示。电荷 q (>0) 均匀地分布在一个半径为 R 的薄球壳外表面上，若球壳以恒角速度 ω_0 绕 z 轴转动，则沿着 z 轴从 $-\infty$ 到 $+\infty$ 磁感强度的线积分等于_____。

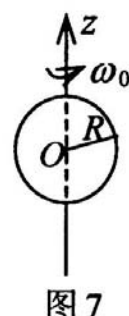


图 7

10、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，以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度的最大值是最小值的 4 倍，则入射光束中自然光与线偏振光的强度之比为_____。

11、含有两种波长 λ_1, λ_2 的光垂直入射在每毫米有 300 条缝的衍射光栅上，已知 λ_1 为红光， λ_2 为紫光，在 24° 角处两种波长光的谱线重合，则紫光的波长为_____。

12、TV 显像管中的电子束直径为 $0.1 \times 10^{-3} \text{m}$ ，则电子横向速度的不确定量为_____。

三、 计算题（选做 4 题，每小题 15 分，共 60 分）

1、在一较大的无摩擦的平均半径为 R 的水平圆槽内，放有两个小球，质量分别为 m 和 M ，两球可在圆槽内自由滑动。现将一不计其长度的压缩的轻弹簧置于两球之间。（1）将压缩弹簧释放后，两球沿相反方向被射出，而弹簧本身仍留在原处不动，问小球将在何处发生碰撞？（2）设压缩弹簧具有弹性势能 E_0 ，问小球射出后，经多少时间发生碰撞？

2、如图 8，一长为 l 的均匀细麦杆可绕通过中心 O 的固定水平轴在铅垂面内自由转动。开始时麦杆静止于水平位置。一质量与麦杆相同的甲

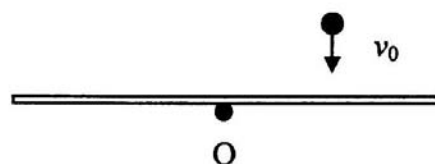


图 8

虫以速度 v_0 垂直落到麦杆的 $\frac{1}{4}$ 长度处，落下后瞬间麦杆以角速度 ω 转动，甲虫则立即向端点爬行。求：为使麦杆以均匀的角速度 ω 转动，甲虫应以多大速度

沿麦杆爬行。(麦杆的转动惯量 $I = \frac{1}{12}ml^2$)

3、一气缸内盛有一定量的刚性双原子分子理想气体，气缸活塞的面积 $S = 0.05 \text{ m}^2$ ，活塞与气缸壁之间不漏气，摩擦忽略不计。活塞右侧通大气，大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。劲度系数 $k = 5 \times 10^4$

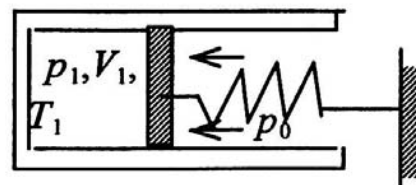


图 9

N/m 的一根弹簧的两端分别固定于活塞和一固定板上(如图 9)。开始时气缸内气体处于压强、体积分别为 $p_1 = p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ， $V_1 = 0.015 \text{ m}^3$ 的初态。今缓慢加热气缸，缸内气体缓慢地膨胀到 $V_2 = 0.02 \text{ m}^3$ 。求：在此过程中气体从外界吸收的热量。

4、一个半径为 R 的铜球壳浮在相对介电常数为 $\epsilon_r = 3.0$ 的大油槽中，球的一半浸在油中。球上净电荷为 $Q = 2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ ，求球的上半部带有电荷量 q_1 和下半部带有电荷量 q_2 。

5、一半径为 a 的小圆线圈，电阻为 R ，开始时与一半径为 $b(b \gg a)$ 的大线圈共面且同心，固定大线圈，并在其中维持恒定电流 I ，使小线圈绕其直径以匀角速度转动， $t=0$ 时线圈位置如图 10 所示（大小线圈的自感均可忽略）。求任意时刻：

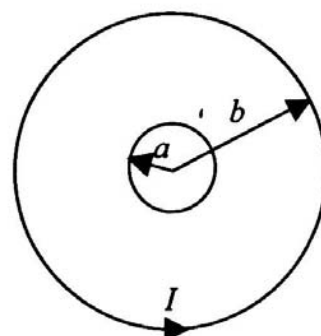


图 10

(1) 小线圈中感应电流 i 的大小。

(2) 为使小线圈保持匀角速转动，需对它施加的力矩 M 的大小。

2007 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合出题

科苑大兄 QQ877805926, 唯一淘宝 ID: lqm526, 其它为假冒!

大学物理参考答案

(请将答案写在答题纸上, 写在试题上的答案无效)

一、选择题: (选做 10 题, 每小题 4 分, 共 40 分)

1、A; 2、C; 3、C; 4、A; 5、D; 6、B; 7、C; 8、B; 9、D; 10、C; 11、D; 12、C。

二、填空题 (选做 10 题, 每题 5 分, 共 50 分)

1、 $60/11(km/h)$ ($5.45km/h$); 2、 $\vec{F} = -\pi^2 \vec{i} (SI)$; 3、 $h = \frac{kT}{mg} \ln 2$; 4、 L/v_2 ;

5、 $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$; 6、1: 3: 5; 7、 $v = v_0 \exp(-\frac{1}{2}kt^2)$; 8、 $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{m}}$; 9、 $\frac{\mu_0 \omega_0 Q}{\pi}$;

10、2/3;

11、451nm

12、7.29m/s(或 1.16m/s, 0.58m/s)

二、计算题 (选做 4 题, 每小题 15 分, 共 60 分)

1、解: (1) M+m 系统动量守恒 (1 分)

$$mv = MV$$

(1 分)

相碰时, m 运动 S_1 , M 运动 S_2 , 则:

$$S_1 + S_2 = 2\pi R \quad (1 \text{ 分})$$

$$\therefore \frac{S_1}{v} = \frac{S_2}{V} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\therefore S_1 = \frac{M}{m+M} \cdot 2\pi R \quad S_2 = \frac{m}{m+M} \cdot 2\pi R \quad (2 \text{ 分})$$

即: m 将在距其初始位置 S_1 处与 M 相碰。

(2) m+M+弹簧系统机械能守恒 (1 分)

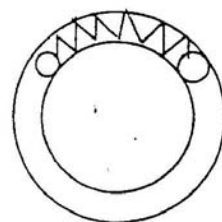


图 8

$$\therefore E_0 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$E_0 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}M\left(\frac{mv}{M}\right)^2 = \frac{1}{2}\left(m + \frac{m^2}{M}\right)v^2 \quad (2 \text{ 分})$$

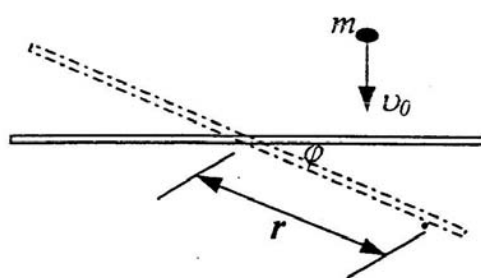
$$\therefore v = \sqrt{\frac{2ME_0}{m(m+M)}} \quad (2 \text{ 分})$$

即：相碰时间 $t = \frac{S_1}{v} = 2\pi R \sqrt{\frac{mM}{2E_0(m+M)}}$ (2 分)

2、解：设麦杆和甲虫的质量均为 m ，如图所示。甲虫落到麦杆上与麦杆作完全非弹性碰撞，角动量守恒，有

$$mv_0 \frac{l}{4} = \left[\frac{1}{12}ml^2 + m\left(\frac{l}{4}\right)^2 \right] \omega \quad (6 \text{ 分})$$

$$\omega = \frac{12v_0}{7l} \quad (4 \text{ 分})$$



碰后任意时刻 t ，麦杆与甲虫系统受外力矩 $M = mgr \cos \varphi$ ，由角动量定理，有

$$mgr \cos \varphi = \frac{d}{dt}(I\omega) = \omega \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{12}ml^2 + mr^2 \right) = 2mr\omega \frac{dr}{dt} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\frac{dr}{dt} = \frac{g \cos \varphi}{2\omega} = \frac{g}{2\omega} \cos \omega t \quad (2 \text{ 分})$$

3、解：由题意可知气体处于初态时，弹簧为原长。当气缸内气体体积由 V_1 膨胀到 V_2 时弹簧被压缩，压缩量为

$$l = \frac{V_2 - V_1}{S} = 0.1 \text{ m} .$$

气体末态的压强为 $p_2 = p_0 + k \frac{l}{S} = 2 \times 10^5 \text{ Pa} .$ (3 分)

气体内能的改变量为

$$\Delta E = \nu C_V (T_2 - T_1) = i(p_2 V_2 - p_1 V_1) / 2 = 6.25 \times 10^3 \text{ J} . \quad (4 \text{ 分})$$

缸内气体对外作的功为 $W = p_0 S l + \frac{1}{2} k l^2 = 750 \text{ J}$ (4 分)

缸内气体在这膨胀过程中从外界吸收的热量为

$$Q = \Delta E + W = 6.25 \times 10^3 + 0.75 \times 10^3 = 7 \times 10^3 \text{ J.} \quad (4 \text{ 分})$$

4、解：此球可视为两个半球型电容器的并联。电容器一个极板半径 R ，另一极板半径无穷大。

由于并联电容器两极板电势差相等 $\Delta u_1 = \Delta u_2 \quad (2 \text{ 分})$

$$\therefore \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} \quad (2 \text{ 分})$$

而： $C_1 = 2\pi\epsilon_0 R \quad C_2 = 2\pi\epsilon_0 \epsilon_r R \quad (3 \text{ 分})$

$$q_1 = \frac{q_2}{\epsilon_r} \quad (2 \text{ 分})$$

$$q_1 + q_2 = Q = 2.0 \times 10^{-6} \text{ C} \quad (2 \text{ 分})$$

$$q_1 = 5 \times 10^{-7} \text{ C} \quad q_2 = 1.5 \times 10^{-6} \text{ C} \quad (4 \text{ 分})$$

5、解：大圆环在小圆环处产生磁感应强度 $B = \frac{\mu_0 I}{2b} \quad (2 \text{ 分})$

任意 t 时刻，小圆环中磁通量

$$\Phi_{m1} = \vec{B} \cdot \vec{S} = \pi a^2 B \cos \omega t \quad (2 \text{ 分})$$

(1) 由法拉第电磁感应定律

$$\epsilon_1 = -\frac{d\Phi_{m1}}{dt} = \pi a^2 B \omega \sin \omega t \quad (2 \text{ 分})$$

$$I_1 = \frac{\epsilon_1}{R} = \frac{\pi a^2 B \omega \sin \omega t}{R} \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 小线条所受磁力矩

$$\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B} \quad (2 \text{ 分}) \quad p_m = \pi a^2 I_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$M_1 = \frac{(\pi a^2 B \sin \omega t)^2}{R} \omega \quad (3 \text{ 分})$$

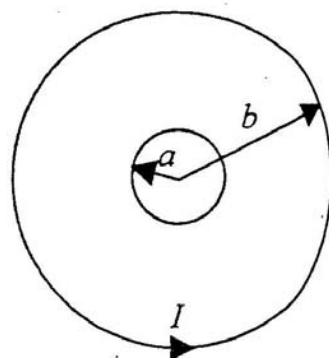


图 10

2008 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

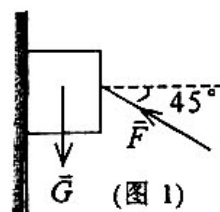
大学物理试题

(请将答案写在答题纸上, 写在试题上的答案无效)

一、 选择题: (选做 10 题, 每小题 4 分, 共 40 分)

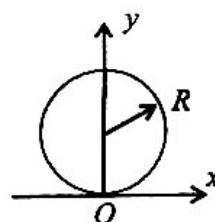
1、如图 1 所示, 用一斜向上的力 \vec{F} (与水平成 45° 角), 将一重为 G 的木块压靠在竖直壁面上, 如果不论用怎样大的力 F , 都不能使木块向上滑动, 则说明木块与壁面间的静摩擦系数 μ 的大小满足

- (A) $\mu \geq \frac{1}{2}$. (B) $\mu \geq 1$.
(C) $\mu \geq \sqrt{3}$. (D) $\mu \geq 2\sqrt{3}$.



2、一质点在图 2 所示的坐标平面内作圆周运动, 有一力 $\vec{F} = F_0(x\vec{i} + y\vec{j})$ 作用在质点上, 在该质点从坐标原点运动到 (R, R) 位置过程中, 力 \vec{F} 对它所作的功为

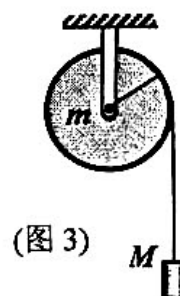
- (A) $F_0 R^2$. (B) $2F_0 R^2$.
(C) $3F_0 R^2$. (D) $4F_0 R^2$.



(图 2)

3、如图 3 所示系统, 将质量为 M 的物体系在一绕在定滑轮上的轻绳一端, 绳与滑轮无相对滑动, 下列说法正确的是:

- (A) 物体 M 向下做匀加速运动。
(B) 物体 M 、绳和滑轮组成的系统角动量守恒。
(C) 滑轮的角加速度随时间变化。



(图 3)

(D) 如果把物体 M 换成力 $\vec{F} = M\vec{a}$, 系统的运动情况不变。其中 \vec{a} 为物体运动的加速度。

4、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 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 J. (B) 10 J. (C) 6 J. (D) 5 J.

5、已知一定量的某种理想气体，在温度为 T_1 与 T_2 时的分子最概然速率分别为 v_{p1} 和 v_{p2} ，分子速率分布函数的最大值分别为 $f(v_{p1})$ 和 $f(v_{p2})$ 。若 $T_1 > T_2$ ，则

- (A) $v_{p1} > v_{p2}$, $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$.
(B) $v_{p1} < v_{p2}$, $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$.
(C) $v_{p1} > v_{p2}$, $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$.
(D) $v_{p1} < v_{p2}$, $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$.

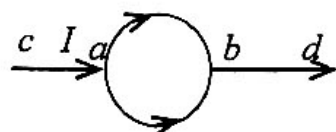
6、某卡诺循环由两个等温过程和两个绝热过程组成，循环一周的热机效率为 η_1 ，对外作功 A_1 ；当保持高低温热源的温度不变，使卡诺循环 p - V 曲线所包围的面积增大一倍时，循环一周的热机效率为 η_2 ，对外作功 A_2 。则：

- (A) $A_1 = A_2$ $\eta_1 = \eta_2$. (B) $A_1 = A_2$ $2\eta_1 = \eta_2$.
(C) $2A_1 = A_2$ $\eta_1 = \eta_2$. (D) $2A_1 = A_2$ $2\eta_1 = \eta_2$.

7、一平行板电容器中充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质。已知介质表面极化电荷面密度为 $\pm \sigma'$ ，则极化电荷在电容器中产生的电场强度的大小为：

- (A) $\frac{\sigma'}{\epsilon_0}$. (B) $\frac{\sigma'}{\epsilon_0 \epsilon_r}$.
(C) $\frac{\sigma'}{2\epsilon_0}$. (D) $\frac{\sigma'}{\epsilon_r}$.

8、如图 4 所示，电流从 a 点分两路通过对称的圆环形分路，汇合于 b 点。若 ca 、 bd 都沿环的径向，则在环形分路的环心处的磁感应强度



(图 4)

(A) 方向垂直环形分路所在平面且指向纸内。

(B) 方向垂直环形分路所在平面且指向纸外。

(C) 方向在环形分路所在平面，且指向 b 。

(D) 为零。

9、在以加速度 a 向上运动的电梯内，挂着一根劲度系数为 k 、质量不计的弹簧。弹簧下面挂着一质量为 M 的物体，物体相对于电梯的速度为零。当电梯的加速度突然变为零后，电梯内的观测者看到物体的最大速度为

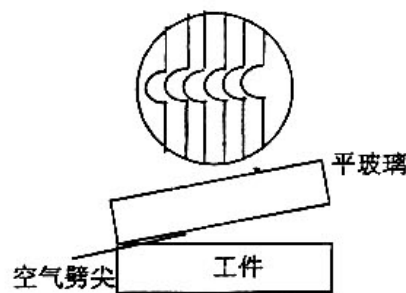
(A) $a\sqrt{M/k}$ 。

(B) $a\sqrt{k/M}$ 。

(C) $2a\sqrt{M/k}$ 。

(D) $\frac{1}{2}a\sqrt{M/k}$ 。

10、用劈尖干涉法可检测工件表面缺陷，当波长为 λ 的单色平行光垂直入射时，若观察到的干涉条纹如图 5 所示，每一条纹弯曲部分的顶点恰好与其左边条纹的直线部分的连线相切，则工件表面与条纹弯曲处对应的部分



(图 5)

(A) 凸起，且高度为 $\lambda/4$ 。

(B) 凸起，且高度为 $\lambda/2$ 。

(C) 凹陷，且深度为 $\lambda/2$ 。

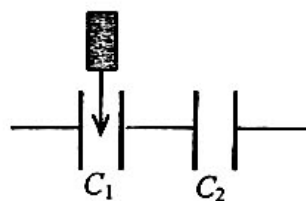
(D) 凹陷，且深度为 $\lambda/4$ 。

11、已知两均匀电场单独存在时其电场能量密度都等于 w ，当此两电场叠加在一起时，合电场的能量密度最大值为 w_{\max} ，最小值为 w_{\min} 。则：

- (A) $w_{\max}=2w$, $w_{\min}=w$. (B) $w_{\max}=2w$, $w_{\min}=0$.
 (C) $w_{\max}=4w$, $w_{\min}=2w$. (D) $w_{\max}=4w$, $w_{\min}=0$.

12、 C_1 和 C_2 两空气电容器，把它们串联成一电容器组，如图 6。若在 C_1 中插入一电介质板，则

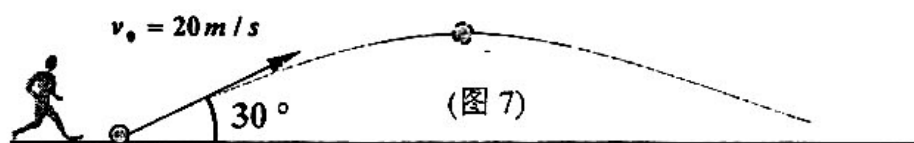
- (A) C_1 的电容增大，电容器组总电容减小。
 (B) C_1 的电容增大，电容器组总电容增大。
 (C) C_1 的电容减小，电容器组总电容减小。
 (D) C_1 的电容减小，电容器组总电容增大。



(图 6)

二、 填空题 (选做 10 题，每小题 5 分，共 50 分)

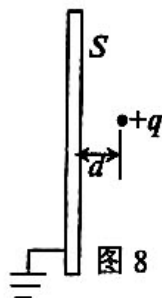
1、如图 7，足球做抛体运动，则运动最高点的曲线的曲率半径为_____。



2、一船浮于静水中，船长 L ，质量为 $2m$ ，一个质量为 m 的人从船尾走到船头。不计水和空气的阻力，则在此过程中船将后退_____。

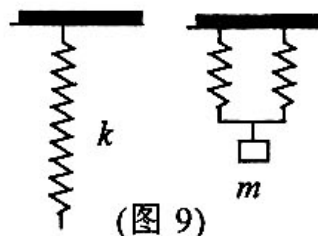
3、一能量为 10^{12} eV 的宇宙射线粒子，射入一氖管中，氖管内充有 0.1 mol 的氖气，若宇宙射线粒子的能量全部被氖气分子所吸收，则氖气温度升高了_____。(1 eV = 1.60×10^{-19} J, 普适气体常量 $R = 8.31$ J/(mol · K))

4、面积为 S 的接地金属板，距板为 d 处有一点电荷 $+q$ (d 很小)，如图 8 所示，则板上离点电荷最近处的感应电荷面密度 σ 为_____。



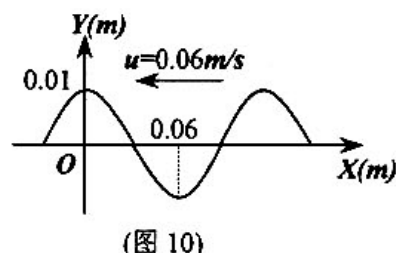
5、设有宇宙飞船 A 和 B ，固有长度均为 $L_0=100\text{m}$ ，沿同一方向匀速飞行。在飞船 B 上观测到飞船 A 的船头、船尾经过飞船 B 船头的的时间间隔为 $5/3 \times 10^{-6}\text{s}$ ，求飞船 B 相对飞船 A 的速度的大小_____。

6、一劲度系数为 k 的轻弹簧截成三等份，取出其中的两根，将它们并联，下面挂一质量为 m 的物体，如图 9 所示。则振动系统的频率为_____。

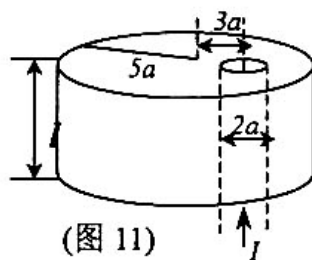


7、轮船在水上以相对于水的速度 \vec{v}_1 航行，水流速度为 \vec{v}_2 ，一人相对于甲板以速度 \vec{v}_3 行走。如人相对于岸静止，则 \vec{v}_1 、 \vec{v}_2 和 \vec{v}_3 的关系是_____。

8、如图 10 所示为一平面简谐波 $t=0.25\text{s}$ 时刻的波形图，则波动方程 $y=$ _____。



9、如图 11 所示，一半径为 a 的无限长直载流导线，沿轴向均匀地流有电流 I 。若作一个半径为 $5a$ 、高为 l 的柱形曲面，已知此柱形曲面的轴与载流导线的轴平行且相距 $3a$ 。则 \vec{B} 在圆柱侧面 S 上的积分 $\int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} =$ _____。



10、海边有一发射天线发射波长为 λ 米的电磁波，海轮上有一接收天线，两天线都高出海面 H 米，海轮自远处接近发射天线，若将平静海面看作水平反射面，当海轮第一次接收到讯号极大值时，两天线的距离为_____。

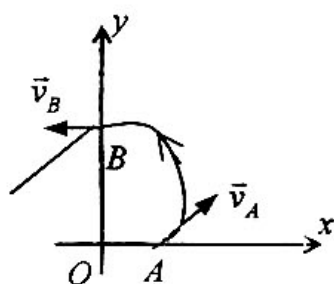
11、一束自然光从空气投射到玻璃表面上(空气折射率为 1)，当折射角为

0° 时, 反射光是完全偏振光, 则此玻璃板的折射率等于_____。

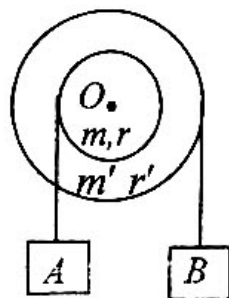
12、在某光电效应实验中, 测得截止电压为 2.5V , 则光电子的能量范围是从_____J 到_____J。

计算题 (选做 4 题, 每小题 15 分, 共 60 分)

1、一质点的运动轨迹如图 12 所示。已知质点的质量为 20 g , 在 A 、 B 二位置处的速率都为 20 m/s , \vec{v}_A 与 x 轴成 45° 角, \vec{v}_B 垂直于 y 轴, 求质点由 A 点到 B 点这段时间内, 作用在质点上外力的总冲量。



(图 12)



(图 13)

2、两个匀质圆盘, 一大一小, 同轴地粘结在一起, 构成一个组合轮。小圆盘的半径为 r , 质量为 m ; 大圆盘的半径 $r' = 2r$, 质量 $m' = 2m$ 。组合轮可绕通过其中心且垂直于盘面的光滑水平固定轴 O 转动, 对 O 轴的转动惯量 $J = 9mr^2 / 2$ 。两圆盘边缘上分别绕有轻质细绳, 细绳下端各悬挂质量为 m 的物体 A 和 B , 如图 13 所示。这一系统从静止开始运动, 绳与盘无相对滑动, 绳的长度不变。已知 $r = 10\text{ cm}$, 求:

- (1) 组合轮的角加速度 β ;
- (2) 当物体 A 上升 $h = 40\text{ cm}$ 时, 组合轮的角速度 ω 。

3、如图 14 所示, 在绝热气缸中有一固定的导热板 C , 把气缸分成 A 、 B 两部分; 分别盛有 1 摩尔的氢气和氮气。D 是绝热的活塞, 若活塞慢慢地压缩

A 部分的气体，做功为 W 。试求：

- (1) B 部分气体内能的变化；
- (2) A 部分气体的摩尔热容；
- (3) A 部分气体经历的过程方程。

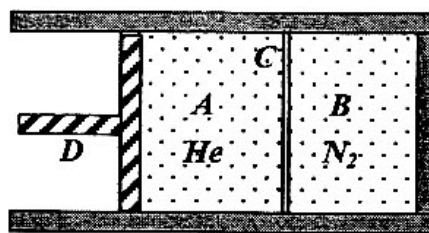


图 14

4、一圆柱形电容器，外柱的直径为 4 cm，内柱的直径可以适当选择，若其间充满各向同性的均匀电介质，该介质的击穿电场强度的大小为 $E_0 = 200$ kV/cm，试求该电容器可能承受的最高电压。（自然对数的底 $e = 2.7183$ ）

5、如图 15 所示，均匀磁场 \vec{B} 中有一矩形导体框架， \vec{B} 与框架平面的正法线方向 \vec{n} 之间的夹角 $\theta = \pi/3$ ，框架的 ab 段长为 l ，沿框架以速度 v 向右沿 x 轴匀速运动。已知 $B = kt$ ， k 为正常数，当 $t = 0$ 时， $x = 0$ ，求当 ab 运动到与 cd 相距 x 时，框架回路中的感应电动势大小及方向。

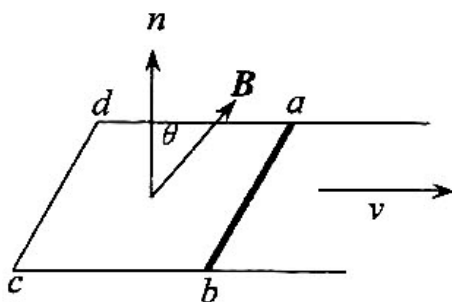


图 15

2008 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理参考答案

(请将答案写在答题纸上, 写在试题上的答案无效)

一、选择题:(选做 10 题, 每小题 4 分, 共 40 分)

1、B; 2、A; 3、A; 4、B; 5、C; 6、C; 7、A; 8、D; 9、A; 10、B; 11、D; 12、B。

二、填空题(选做 10 题, 每题 5 分, 共 50 分)

1、30.6m; 2、 $\frac{1}{3}L$; 3、 $1.28 \times 10^{-7} \text{K}$; 4、 $\frac{q}{2\pi d^2}$; 5、 $0.2c$; 6、 $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{6k}{m}}$;

7、 $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 = 0$; 8、 $y = 0.01 \cos \left[\pi t + \frac{\pi}{0.06} x - \frac{\pi}{4} \right] (\text{m})$; 9、0;

10、 $\frac{4H^2 - \lambda^2 / 4}{\lambda}$; 11、 $\sqrt{3}$; 12、0J, $4 \times 10^{-19} \text{J}$;

二、 计算题(选做 4 题, 每小题 15 分, 共 60 分)

1、解: 由动量定理知质点所受外力的总冲量

$$\vec{I} = \Delta(m\vec{v}) = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 \quad (3 \text{ 分})$$

由 $A \rightarrow B$

$$I_x = m\vec{v}_{Bx} - m\vec{v}_{Ax} = -m\vec{v}_B - m\vec{v}_A \cos 45^\circ = -0.683 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (3 \text{ 分})$$

$$I_y = m\vec{v}_{By} - m\vec{v}_{Ay} = -m\vec{v}_A \sin 45^\circ = -0.283 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (3 \text{ 分})$$

$$I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 0.739 \text{ N} \cdot \text{s} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{方向: } \tan \theta_1 = I_y / I_x \quad \theta_1 = 202.5^\circ \quad (\theta_1 \text{ 为与 } x \text{ 轴正向夹角}) \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{或者: } \vec{I} = \Delta(m\vec{v}) = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = -0.683\vec{i} - 0.283\vec{j} (\text{N} \cdot \text{s})$$

2、解: (1) 各物体受力情况如图.

$$T - mg = ma \quad (2 \text{ 分})$$

$$mg - T' = ma' \quad (2 \text{ 分})$$

$$T'(2r) - Tr = 9mr^2\beta/2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$a = r\beta \quad (2 \text{ 分})$$

$$a' = (2r)\beta \quad (2 \text{ 分})$$

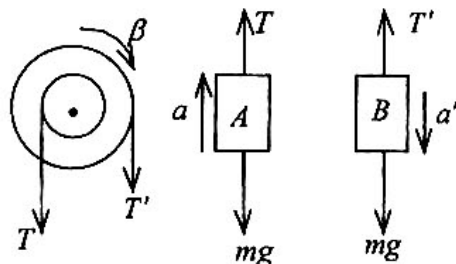
由上述方程组解得:

$$\beta = 2g/(19r) = 10.3 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 设 θ 为组合轮转过的角度, 则

$$\theta = h/r \quad (1 \text{ 分})$$

$$\omega^2 = 2\beta\theta \quad (1 \text{ 分})$$



所以,

$$\omega = (2\beta h/r)^{1/2} = 9.08 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \quad (2 \text{ 分})$$

3、解: (1) 由于气缸绝热, 外界做功使气体内能发生变化; 因 C 是导热板, 故 A、B 两部分温度相同。设温度变化为 ΔT , 则

$$W = \frac{3}{2}R\Delta T + \frac{5}{2}R\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{W}{4R} \quad (2 \text{ 分})$$

B 部分气体经历的是等体过程, 内能变化为

$$(\Delta E)_{N_2} = \frac{5}{2}R\Delta T = \frac{5}{2}R \cdot \frac{W}{4R} = \frac{5}{8}W \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 系统绝热, 因此 $dQ_A + dQ_B = 0$, 即 $\nu C_{mA}dT + \nu C_{mB}dT = 0 \quad (2 \text{ 分})$

因 B 部分气体经历等体过程, $C_{mB} = C_{VB} = \frac{5}{2}R \quad (2 \text{ 分})$

$$\text{代入得 } C_{mA} = -\frac{5}{2}R \quad (2 \text{ 分})$$

(3) A 部分气体热量变化

$$dQ = C_{mA}dT = -\frac{5}{2}RdT$$

$$dQ = dE + dA = \frac{3}{2}RdT + pdV \quad (2 \text{ 分})$$

$$pV = \nu RT \quad \Rightarrow pdV + Vdp = RdT \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立以上三式消去 } dT, \text{ 得 } \frac{5}{4}pdV + Vdp = 0 \quad \Rightarrow pV^{\frac{5}{4}} = C \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{或 } TV^{\frac{1}{4}} = C$$

4、解：设圆柱形电容器单位长度上带有电荷为 λ ，则电容器两极板之间的场强分布为

$$E = \lambda / (2\pi\epsilon r) \quad (2 \text{ 分})$$

设电容器内外两极板半径分别为 r_0 ， R ，则极板间电压为

$$U = \int_r^R \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_r^R \frac{\lambda}{2\pi\epsilon r} dr = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon} \ln \frac{R}{r_0} \quad (3 \text{ 分})$$

电介质中场强最大处在内柱面上，当这里场强达到 E_0 时电容器击穿，这时应有

$$\lambda = 2\pi\epsilon r_0 E_0 \quad (3 \text{ 分})$$

$$U = r_0 E_0 \ln \frac{R}{r_0} \quad (2 \text{ 分})$$

适当选择 r_0 的值，可使 U 有极大值，即令

$$dU/dr_0 = E_0 \ln(R/r_0) - E_0 = 0$$

$$\text{得} \quad r_0 = R/e \quad (2 \text{ 分})$$

显然有 $\frac{d^2 U}{dr_0^2} < 0$ ，故当 $r_0 = R/e$ 时电容器可承受最高的电压 (1 分)

$$U_{\max} = RE_0/e = 147 \text{ kV} \quad (2 \text{ 分})$$

5、解： t 时刻 ab 棒已运动到 x 位置

磁通量

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = lxB \cos \theta = \frac{1}{2} lkv t^2 \quad (4 \text{ 分})$$

由法拉第电磁感应定律：

$$\varepsilon = \left| \frac{d\Phi_m}{dt} \right| \quad (3 \text{ 分})$$

$$\varepsilon = lkv t = lkx \quad (4 \text{ 分})$$

由楞次定律：感应电动势方向为 $a-b-c-d-a$ (4 分)

2009 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理试题

(请将答案写在答题纸上, 写在试题上的答案无效)

一、 选择题: (选做 10 题, 每小题 4 分, 共 40 分)

1、某质点做任意曲线运动, 下列说法哪一个正确:

(A) 加速度不变时, 物体的运动方向也不变;

(B) 平均速率等于平均速度的大小;

(C) 无论加速度如何, 平均速率总等于 $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$, 其中 v_1 、 v_2 为物体运动始末速率;

(D) 物体运动速率不变时, 速度可以改变。

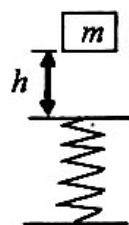
2、如图 1, 一质量为 m 的物体, 位于质量可以忽略的直立弹簧正上方高度为 h 处, 该物体从静止开始落向弹簧, 若弹簧的劲度系数为 k , 不考虑空气阻力, 则物体下降过程中可能获得的最大动能是:(A) mgh ; (B) $mgh - \frac{m^2 g^2}{2k}$;(C) $mgh + \frac{m^2 g^2}{2k}$; (D) $mgh + \frac{m^2 g^2}{k}$ 。

图 1

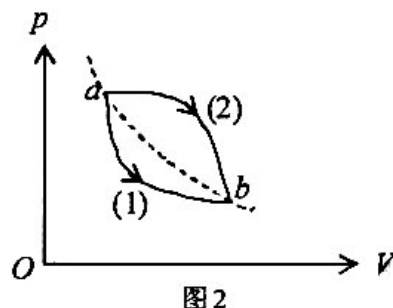
3、一刚体以每分钟 120 转绕 z 轴做匀速转动(ω 沿 z 轴正方向)。设某时刻刚体上一点 P 的位置矢量为 $\vec{r} = 3.0\vec{i} + 4.0\vec{j} + 5.0\vec{k}$, 其单位为“cm”, 若以“ $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ”为速度单位, 则该时刻 P 点的速度为:(A) $\vec{v} = 94.2\vec{i} + 125.6\vec{j} + 157.0\vec{k}$;(B) $\vec{v} = -50.2\vec{i} + 37.6\vec{j}$;(C) $\vec{v} = -50.2\vec{i} - 37.6\vec{j}$;

(D) $\bar{v} = 31.4 \bar{k}$ 。

4、一定量的理想气体，从 $p-V$ 图上初态 a 经历(1)或(2)过程到达末态 b ，已知 a 、 b 两态处于同一条绝热线上(图 2

中虚线是绝热线)，则气体在

- (A) (1)过程中吸热，(2) 过程中放热；
- (B) (1)过程中放热，(2) 过程中吸热；
- (C) 两种过程中都吸热；
- (D) 两种过程中都放热。



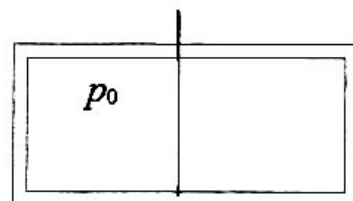
5、若 $f(v)$ 为气体分子速率分布函数， N 为分子总数， m 为分子质量，则

$\int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{2} m v^2 N f(v) dv$ 的物理意义是：

- (A) 速率为 v_2 的各分子的总平动动能与速率为 v_1 的各分子的总平动动能之差；
- (B) 速率为 v_2 的各分子的总平动动能与速率为 v_1 的各分子的总平动动能之和；
- (C) 速率处在速率间隔 $v_1 \sim v_2$ 之内的分子的平均平动动能；
- (D) 速率处在速率间隔 $v_1 \sim v_2$ 之内的分子平动动能之和。

6、如图 3 所示，一绝热密闭的容器，用隔板分成体积相等的两部分，左边盛有一定量的理想气体，压强为 p_0 ，右边为真空。今将隔板抽去，气体自由膨胀，当气体达到平衡时，气体的压强是：

- (A) p_0 ;
- (B) $p_0/2$;
- (C) $2^{\gamma} p_0$;
- (D) $p_0/2^{\gamma}$ 。



($\gamma = C_p/C_v$) 图 3

7、两个同心薄金属球壳，半径分别为 R_1 和 R_2 ($R_2 > R_1$)，若同时分别带上电荷 q_1 和 q_2 ，则两者的电势分别为 U_1 和 U_2 (选无穷远处为电势零点)。现用

导线将两球壳相连接，则它们的电势为：

- (A) U_1 ; (B) U_2 ;
(C) $U_1 + U_2$; (D) $\frac{1}{2}(U_1 + U_2)$ 。

8、顺磁物质的磁导率：

- (A) 比真空的磁导率略小； (B) 比真空的磁导率略大；
(C) 远小于真空的磁导率； (D) 远大于真空的磁导率。

9、在升降机天花板上拴有轻绳，其下端系一重物，如图 4，当升降机以加速度 a_1 上升时，绳中的张力正好等于绳子所能承受的最大张力的一半，问升降机以多大加速度上升时，绳子刚好被拉断？

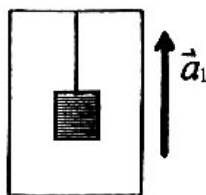


图 4

- (A) $2a_1$; (B) $2(a_1 + g)$;
(C) $2a_1 + g$; (D) $a_1 + g$ 。

10、使一光强为 I_0 的平面偏振光先后通过两个偏振片 P_1 和 P_2 。 P_1 和 P_2 的偏振化方向与原入射光光矢量振动方向的夹角分别是 α 和 90° ，则通过这两个偏振片后的光强 I 是：

- (A) $\frac{1}{2}I_0 \cos^2 \alpha$; (B) 0;
(C) $\frac{1}{4}I_0 \sin^2(2\alpha)$; (D) $\frac{1}{4}I_0 \sin^2 \alpha$ 。

11、面积为 S 的空气平行板电容器，极板上分别带电量 $\pm q$ ，若不考虑边缘效应，则两极板间的相互作用力为：

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

12、内外极板半径分别为 R_1 和 R_2 的空气半球形电容器，其电容 C 为：

- (A) $\frac{8\pi\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$; (B) $\frac{4\pi\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$;
(C) $\frac{2\pi\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$; (D) $\frac{\pi\epsilon_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1}$ 。

二、 填空题 (选做 10 题, 每小题 5 分, 共 50 分)

1、我国第一颗人造地球卫星沿椭圆轨道运动, 地球的中心 O 为该椭圆的一个焦点。已知地球半径 $R=6378 \text{ km}$, 卫星与地面的最近距离 $l_1=439 \text{ km}$, 与地面的最远距离 $l_2=2384 \text{ km}$ 。若卫星在近地点 A_1 的速率 $v_1=8.1 \text{ km/s}$, 则卫星在远地点 A_2 的速率 $v_2=$ _____。

2、一长为 l , 质量可以忽略的直杆, 可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直平面内作定轴转动, 在杆的另一端固定着一质量为 m 的小球, 如图 5 所示。现将杆由水平位置无初速地释放。则杆刚被释放时的角加速度 $\beta_0=$ _____, 杆与水平方向夹角为 60° 时的角加速度 $\beta=$ _____。

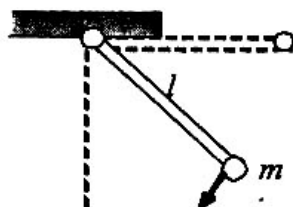


图 5

3、设某时刻, 在 1 mol 气体中, 速率在 495 m/s 到 505 m/s 之间有 6020 个分子。则速率为 500 m/s 处的速率分布函数值是_____。

4、两只电容器, $C_1 = 8 \mu\text{F}$, $C_2 = 2 \mu\text{F}$, 分别把它们充电到 1000 V , 然后将它们反接(如图 6 所示), 此时两极板间的电势差为_____。

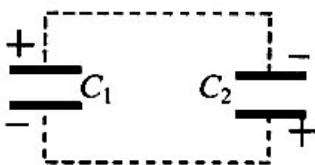


图 6

5、两个静止质量为 M_0 的小球, 其一静止, 另一个以 $u = 0.8c$ (c 为真空中光速) 的速度运动。它们作对心完全非弹性碰撞后粘在一起, 则碰撞后速度 $V=$ _____ m/s 。

6、一简谐振动的振动曲线如图 7 所示。则振动方程为_____。

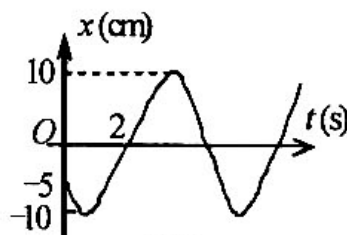


图 7

7、已知一物体质量为 10kg ，作用在其上的力在 8 秒内均匀地从零增加到 50 N ，使物体沿力的方向由静止开始作直线运动。则物体 4 秒末的速率 $v =$ _____。

8、在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度 $a=5\lambda$ 的单缝上。若单缝处的波面对应于衍射角 φ 的方向上恰好可分成 5 个半波带，则衍射角 $\varphi =$ _____。

9、如图 8，两根彼此紧靠的绝缘的导线绕成一个线圈，其 A 端用焊锡将二根导线焊在一起，另一端 B 处作为连接外电路的两个输入端。则整个线圈的自感系数为 _____。

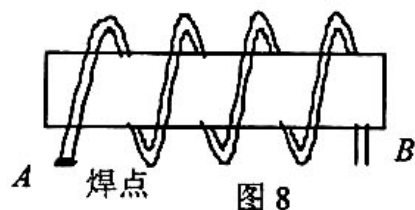


图 8

10、一端固定，另一端自由的棒中有余弦驻波存在，其中三个最低振动频率之比为 _____。

11、如图 9，在双缝干涉实验中，若把一厚度为 e 、折射率为 n 的薄云母片覆盖在 S_1 缝上，中央明条纹将向 _____ 移动；覆盖云母片后，两束相干光至原中央明纹 O 处的光程差为 _____。

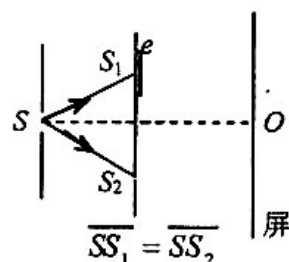


图 9

12、光子波长为 λ ，则其能量= _____；动量的大小 = _____；质量= _____（用 h 、 c 、 λ 表示）。

三、 计算题（选做 4 题，每小题 15 分，共 60 分）

1、一质量为 m 的小球，从高出水面为 h 处自由下落，已知小球在水中受到的粘滞阻力与小球在水中的运动速率成正比： $f = Kv$ (K 为常数)。它在水中受到的浮力为 B ，如果以小球恰好垂直落入水中时开始计时 ($t=0$)，求小球在水中的运动速率 v 随时间变化的数学表达式。

2、如图 10 所示，在场强为 \vec{E} 的均匀电场中，静止地放

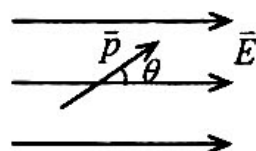


图 10

入一电矩为 \bar{p} 、转动惯量为 J 的电偶极子。若电矩 \bar{p} 与场强 \bar{E} 之间的夹角 θ 很小, 试分析电偶极子将作什么运动, 并计算电偶极子从静止出发运动到 \bar{p} 与 \bar{E} 方向一致时所经历的最短时间。

3、两端封闭的水平气缸, 被一可动活塞平分为左右两室, 每室体积均为 V_0 , 其中盛有温度相同、压强均为 p_0 的同种理想气体, 如图 11。现保持气体温度不变, 用外力缓慢移动活塞(忽略摩擦), 使左室气体的体积膨胀为右室的 2 倍, 问外力必须作多少功?

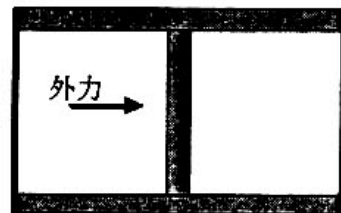


图 11

4、一根半径为 R 的长直导线载有电流 I (设直导线内电流分布是均匀的), 作一宽为 R 、长为 l 的假想平面 S , 如图 12 所示。若假想平面 S 可在导线直径与

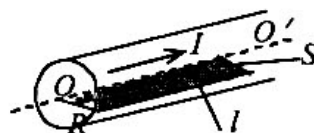


图 12

轴 OO' 所确定的平面内离开 OO' 轴平移至远处。试求当通过 S 面的磁通量最大时 S 平面的位置

5、半径为 R 的长直螺线管单位长度上密绕有 n 匝线圈。在管外有一包围着螺线管、面积为 S 的单匝圆线圈, 其平面垂直于螺线管轴线。螺线管中电流 i 随时间作周期为 T 的变化, 如图 13 所示。求圆线圈中的感生电动势 ε 。画出 $\varepsilon-t$ 曲线, 注明时间坐标。

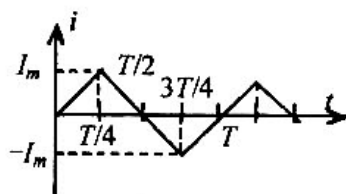


图 13

2009 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合出题

大学物理参考答案

(请将答案写在答题纸上, 写在试题上的答案无效)

一、选择题: (选作 10 题, 每题 4 分, 共 40 分)

1、D; 2、C; 3、B; 4、B; 5、D; 6、B; 7、B; 8、B; 9、C; 10、C;
11、B; 12、C

二、填空题: (选作 10 题, 每题 5 分, 共 50 分)

1、6.3 km/s; 2、 g/l , $g/(2l)$ (对一空 3 分); 3、 10^{-21} ;
4、600V; 5、 1.5×10^8 m/s; 6、 $x = 0.1 \cos(5\pi t/12 + 2\pi/3)$ (m);
7、5m/s; 8、 30° ; 9、0; 10、1:3:5;
11、上, $\pm(n-1)e$ (对一空 3 分); 12、 $\frac{hc}{\lambda}, \frac{h}{\lambda}, \frac{h}{c\lambda}$ (对一空 2 分)。

三、计算题: (选作 4 题, 每题 15 分, 共 60 分)

1、解: 小球下落到水面时的速度大小:

$$v = \sqrt{2gh} \quad 3 \text{ 分}$$

由牛磨第二定律, 小球在水中运动微分方程:

$$mg - B - Kv = ma = m \frac{dv}{dt} \quad 4 \text{ 分}$$

解微分方程:

$$dt = \frac{mdv}{mg - B - Kv} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\int_0^t dt = \int_{v_0}^v \frac{mdt}{mg - B - Kv} \quad 3 \text{ 分}$$

$$v = \left(\sqrt{2gh} - \frac{mg - B}{K} \right) e^{-\frac{K}{m}t} + \frac{mg - B}{K} \quad 3 \text{ 分}$$

2、解: 电偶极子在均匀电场中受力等于零, 但受到一力偶矩 $\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$

其大小为 $M = pE \sin \theta \approx pE \theta$ 3 分

由转动定律可知, $-pE \theta = J\beta$ (β 为角加速度) 2 分

即 $\frac{d^2 \theta}{dt^2} + \frac{pE}{J} \theta = 0$ 3 分

可见, 电偶极子将作角谐振动. 其角频率为

$$\omega = \sqrt{pE/J} \quad 2 \text{ 分}$$

电偶极子从静止出发, 转动到第一次使 \vec{p} 与 \vec{E} 方向一致, 需用四分之一周期的时间, 即 2 分

$$t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{J}{pE}} \quad 3 \text{ 分}$$

3、解: 设左、右两室中气体在等温过程中对外做功分别用 W_1 、 W_2 表示, 外力作功用 W' 表示. 由题知气缸总体积为 $2V_0$, 左右两室气体初态体积均为 V_0 , 末态体积分别为 $4V_0/3$ 和 $2V_0/3$. 1 分

据等温过程理想气体做功:

$$W = (M/M_{mol})RT \ln(V_2/V_1) \quad 2 \text{ 分}$$

得 $W_1 = p_0 V_0 \ln \frac{4V_0}{3V_0} = p_0 V_0 \ln \frac{4}{3}$ 3 分

得 $W_2 = p_0 V_0 \ln \frac{2V_0}{3V_0} = p_0 V_0 \ln \frac{2}{3}$ 3 分

现活塞缓慢移动, 作用于活塞两边的力应相等, 则 2 分

$$W' + W_1 = -W_2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$W' = -W_1 - W_2 = -p_0 V_0 \left(\ln \frac{4}{3} + \ln \frac{2}{3} \right) = p_0 V_0 \ln \frac{9}{8} \quad 2 \text{ 分}$$

4、解: 设 x 为假想平面里面的一边与对称中心轴线距离,

$$\Phi = \int B dS = \int_x^R B_1 l dr + \int_R^{x+R} B_2 l dr, \quad 3 \text{ 分}$$

$$dS = ldr$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \quad (\text{导线内}) \quad 3 \text{ 分}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (\text{导线外}) \quad 3 \text{ 分}$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 I l}{4\pi R^2} (R^2 - x^2) + \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{x+R}{R} \quad 3 \text{ 分}$$

令 $d\Phi/dx = 0$, 得 Φ 最大时 $x = \frac{1}{2}(\sqrt{5}-1)R$ 3 分

5、解：螺线管中的磁感强度

$$B = \mu_0 n i, \quad 2 \text{ 分}$$

通过圆线圈的磁通量

$$\Phi = \mu_0 n \pi R^2 i. \quad 2 \text{ 分}$$

取圆线圈中感生电动势的正向与螺线管中电流正向相同，有

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\mu_0 n \pi R^2 \frac{di}{dt}. \quad 2 \text{ 分}$$

在 $0 < t < T/4$ 内, $\frac{di}{dt} = \frac{I_m}{T/4} = \frac{4I_m}{T}$, 2 分

$$\varepsilon_i = -\mu_0 n \pi R^2 \frac{4I_m}{T} = -4\pi \mu_0 n R^2 I_m / T \quad 2 \text{ 分}$$

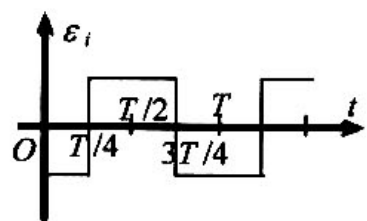
在 $T/4 < t < 3T/4$ 内, $\frac{di}{dt} = -\frac{2I_m}{T/2} = -\frac{4I_m}{T}$,

$$\varepsilon_i = 4\pi \mu_0 n R^2 I_m / T. \quad 2 \text{ 分}$$

在 $3T/4 < t < T$ 内, $\frac{di}{dt} = \frac{I_m}{T/4} = \frac{4I_m}{T}$,

$$\varepsilon_i = -4\pi \mu_0 n R^2 I_m / T. \quad 1 \text{ 分}$$

$\varepsilon_i - t$ 曲线如图. 2 分



2010 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合命题

大学物理试题

(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)

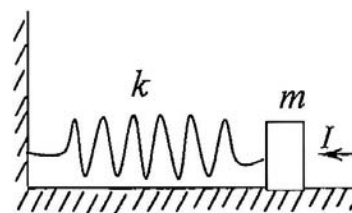
1. 一质点从静止开始沿半径为 R 的圆周作匀加速率运动。当切向加速度和法向加速度大小相等时, 质点走过的路程是

- (A) $\frac{R}{2}$ (B) R (C) $\frac{\pi R}{2}$ (D) πR

2. 站在电梯中的人, 看到用细绳连接的质量不同的两物体跨过电梯内的一个无摩擦的定滑轮而处于“平衡”状态, 由此, 他断定电梯作加速运动, 加速度

- (A) 大小为 g , 方向向上 (B) 大小为 g , 方向向下
(C) 大小为 $g/2$, 方向向上 (D) 大小为 $g/2$, 方向向下

3. 一特殊的弹簧, 弹性力 $F = -kx^3$, k 为倔强系数, x 为形变量。现将弹簧水平放置, 一端固定, 一端与质量为 m 的滑块相连, 滑块自然静止于光滑水平面上。今沿弹簧长度方向给滑块一个冲量, 如图 1 所示。使滑块获得一速率 v , 并压缩弹簧, 则弹簧被压缩的最大长度为



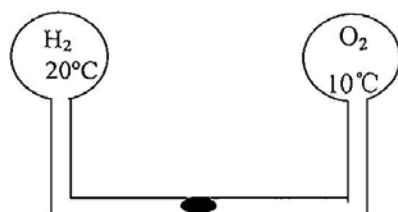
(图 1)

- (A) $\sqrt{\frac{m}{k}} v$ (B) $\sqrt{\frac{k}{m}} v$ (C) $\left(\frac{4mv^2}{k}\right)^{1/4}$ (D) $\left(\frac{2mv^2}{k}\right)^{1/4}$

4. 如图 2 所示, 体积相同的两容器中装有 20°C 的氢气和 10°C 的氧气, 此时水银滴刚好在玻璃管中央而维持平衡。那么当容器温度都升高 10°C 时,

水银滴又如何移动

- (A) 水银滴不动 (B) 水银滴向左移动
(C) 水银滴向右移动 (D) 条件不足不能确定



(图 2)

5. 无外场时, 温度为 227°C 的多原子分子理想气体的内能是

- (A) 全部平动动能的统计平均值
(B) 全部平动动能与转动动能之和的统计平均值
(C) 全部平动动能与转动动能、振动能之和的统计平均值
(D) 全部平动动能与分子相互作用势能之和的统计平均值

6. 两个相同的金属小球 1 和 2, 带有等量同号电荷, 相互作用力为 F 。

它们之间的距离远大于小球本身直径, 现在用一个带有绝缘柄的原来不带电的相同金属小球 3 去和小球 1 接触, 再和小球 2 接触, 然后移去。这样小球 1 和 2 之间的作用力变为

- (A) $F/2$ (B) $F/4$ (C) $3F/8$ (D) $F/10$

7. 一电子在垂直于一均匀磁场方向作半径为 R 的圆周运动, 电子的速度为 v , 则此圆轨道内所包含的总磁通量为

- (A) $\pi m v / (e R^2)$ (B) $\pi v / (m e R)$
(C) $(\pi m v / e) R^2$ (D) $\pi m v R / e$

8. 一平面谐波以波速 $2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 沿 X 轴正向传播, 坐标原点的振动表达式

为 $y_0 = 6 \times 10^{-2} \cos \frac{\pi}{5} t \text{ m}$, 则当 $t = 5\text{s}$ 时该波的波形曲线方程为

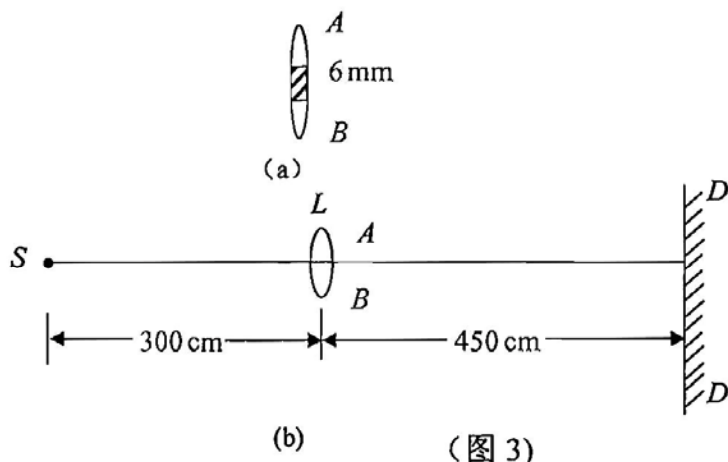
(A) $y = 6 \times 10^{-2} \cos(\pi - \pi x) \text{ m}$

(B) $y = 6 \times 10^{-2} \cos[\pi(1 - 0.1x)] \text{ m}$

(C) $y = 6 \times 10^{-2} \cos\left(\pi - \frac{x}{2}\right) \text{ m}$

(D) $y = 6 \times 10^{-2} \cos(\pi - 0.5\pi x) \text{ m}$

9. 如图 3 所示, 将焦距 f' 为 50cm 的凸透镜中央部分截去 6mm, 把余下的上下两部分再粘合起来, 成为一透镜 L 。在透镜 L 的对称轴上, 左边 300cm 处有一波长为 632.8nm 的单色点光源



S , 右边 450cm 处有一光屏 DD , 试问相邻明条纹的距离是多少 cm

(A) 0.21

(B) 0.34

(C) 0.034

(D) 观察不到干涉条纹

10. 两个面积为 S 的小导体片 1 和 2, 相互平行置于电导率为 σ 、相对介电常数为 ϵ_r 的介质中, 则在 SI 单位制中, 式 $\frac{\int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{l}}{(\sigma \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S})}$ 表示 (其中, \vec{E} 是 1、2 间各点处的电场强度)

(A) 电容

(B) 电阻

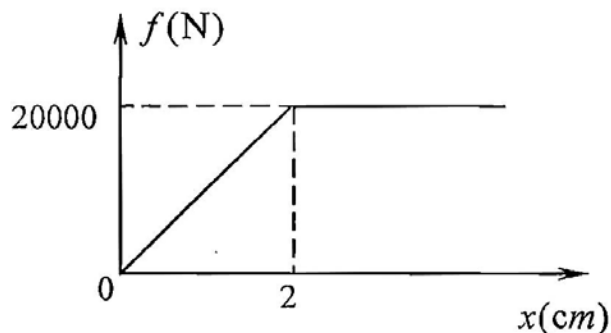
(C) 电容/电阻

(D) 1/电阻

二、 填空题 (每小题 5 分, 共 50 分)

1. 若将地球看成半径为 R 的均质球体, 则地球表面上方重力加速度大小只有地球表面处重力加速度大小的二分之一的位置离地面高度为_____。

2. 一质量为 20g, 速度为 200m/s



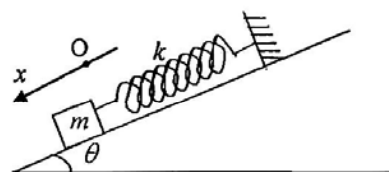
(图 4)

的子弹打入一固定墙内, 设子弹所受阻力与其进入深度 x 关系如图 4 所示, 则该子弹能进入墙壁的深度为_____。

3. 一密封的理想气体的温度从 27°C 起缓慢地上升, 直至其分子速率的均方根值是 27°C 时的均方根值的两倍, 气体最终的温度为_____ $^{\circ}\text{C}$ 。

4. 一高速电子总能量为其静能的 k 倍, 此时电子的速度 _____。

5. 光滑斜面上放置一弹簧振子如图 5 所示, 坐标原点选在平衡位置, 当物体坐标为 x 时, 该系统(物体+地球+弹簧)的势能 $E_p =$ _____。



(图 5)

6. 质量为 m 的小球自离雪面高 h_1 处从静止开始下落, 落入雪中后, 小球停留在离雪面深 h_2 处, 设空气对运动小球的阻力为 f_1 , 则雪对运动小球的平均阻力大小为_____。

7. 一无限长直导线的横截面各处的电流密度均相等, 总电流为 I , 则每单位长度导线内所贮藏的能量为_____。

8. 由两块玻璃片组成的空气劈形膜, 当以波长为 λ 的单色光垂直入射时, 测得相邻明纹的距离为 L_1 。在相同条件下, 当玻璃间注满某种透明液体时, 测得两相邻明纹的距离为 L_2 , 则此液体的折射率为_____。

9. 借助于滤光片从白光中取得蓝绿色光作为杨氏干涉装置的光源, 其波长范围 $\Delta\lambda = 100\text{nm}$, 平均波长 $\lambda = 490\text{nm}$ 。其杨氏干涉条纹大约从第_____级开始变得模糊不清。

10. 某金属产生光电效应的红限为 ν_0 , 当用频率为 ν ($\nu > \nu_0$) 的单色光照射该金属时, 从金属中逸出的光电子(质量为 m)的德布罗意波长为_____。

三、 计算题（每小题 15 分，共 60 分）

1. 如图 6 所示，质量为 M 的木块在光滑的固定斜面上，由 A 点从静止开始下滑，当下降高度 h 运动到 B 点时，木块被一颗水平飞来的子弹射中，子弹立即陷入木块内。设子弹的质量为 m ，速度为 \bar{v} ，求子弹射中木块后，子弹与木块可以到达的最大高度 H 。

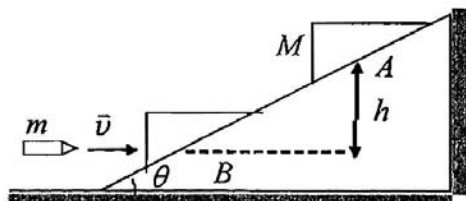


图 6

2. 根据麦克斯韦速率分布律 $f(v) = 4\pi\left(\frac{\mu}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-\frac{\mu}{2kT}v^2} v^2$ ，试求：

- (1) 平动动能 $\varepsilon (= \frac{1}{2}\mu v^2)$ 介于 $\varepsilon \rightarrow \varepsilon + d\varepsilon$ 之间的分子数占总分子数的比率；
- (2) 平动动能的最概然值 ε_p 。（其中， μ 为气体分子质量）

3. 如图 7 所示，两个相同的水平放置的平板空气电容器连接起来，充电后电容器 A 中的带电微粒 P 刚好静止地悬浮着。撤去电源，将电容器 B 的两板水平地错开，使两板相对的面积减小为原来的一半。试求此时带电微粒 P 在竖直方向运动的加速度。

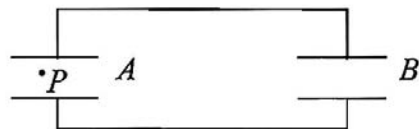


图 7

4. 只有一根辐条的轮子在均匀磁场 \bar{B} 中转动，轮轴与磁场方向平行，如图 8 所示。轮子和辐条都是导体，辐条长为 R ，轮子每秒转 N 圈，两根导线 a 和 b 通过各自的电刷分别与轮轴和轮边保持接触，求：

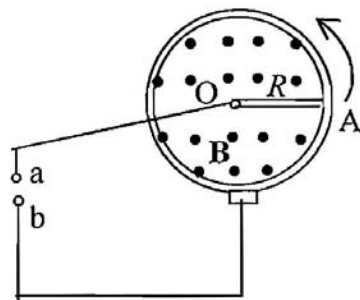


图 8

- (1) a 、 b 两点间的动生电动势；
- (2) 若在 a 、 b 间接一电阻，辐条中的电流方向如何？
- (3) 若辐条中的电流为 I ，此时辐条所受磁力矩的大小和方向如何？
- (4) 若轮子的辐条是 n 根， a 、 b 两点间的动生电动势的大小为多少？

2010 年攻读硕士学位研究生入学考试北京市联合出题

大学物理参考答案

(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、A; 2、B; 3、D; 4、B; 5、C; 6、C; 7、D; 8、B; 9、D; 10、B。

二、填空题 (每题 5 分, 共 50 分)

1、 $(\sqrt{2}-1)R$; 2、3cm; 3、 927°C ; 4、 $\frac{c}{k}\sqrt{k^2-1}$; 5、 $\frac{1}{2}kx^2$; 6、 $\frac{mg(h_1+h_2)-f_1h_1}{h_2}$;

7、 $\frac{\mu_0 I^2}{16\pi}$; 8、 L_1/L_2 ; 9、5; 10、 $\lambda = \sqrt{\frac{h}{2m(v-v_0)}}$

二、 计算题 (每小题 15 分, 共 60 分)

1、解: (1) M 下滑过程, 机械能守恒 (2 分)

$$Mgh = \frac{1}{2}MV_0^2 \dots\dots\dots ① \quad (2 \text{ 分})$$

碰撞过程, $M+m$ 系统, 沿斜面方向动量守恒 (2 分)

$$mv \cos \theta + MV_0 = (m+M)V \quad \dots\dots\dots ② \quad (2 \text{ 分})$$

碰撞后, $M+m$ 系统机械能守恒 (2 分)

$$\frac{1}{2}(m+M)V^2 = (m+M)gH \quad \dots\dots\dots ③ \quad (2 \text{ 分})$$

由①②③式:
$$H = \frac{1}{2g} \left(\frac{mv \cos \theta - M\sqrt{2gh}}{m+M} \right)^2 \quad (3 \text{ 分})$$

2、 解: (1) 由于 $\varepsilon = \frac{1}{2}\mu v^2$, 故 $d\varepsilon = \mu v dv$, 即 $dv = \frac{d\varepsilon}{\mu v}$ 。 (2 分)

$$\text{又由于 } v = \sqrt{\frac{2\varepsilon}{\mu}}, \text{ 因此 } dv = \frac{d\varepsilon}{\sqrt{2\mu\varepsilon}}. \quad (2 \text{ 分})$$

根据麦克斯韦速率分布律, 速率介于 $v \rightarrow v + dv$ 之间的分子数占总分子数的比率为

$$\frac{dN}{N} = f(v)dv = 4\pi \left(\frac{\mu}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-\frac{\mu v^2}{2kT}} v^2 dv,$$

将 $v = \sqrt{\frac{2\varepsilon}{\mu}}$ 和 $dv = \frac{d\varepsilon}{\sqrt{2\mu\varepsilon}}$, 代入上式, 即可得平动动能 ε 介于 $\varepsilon \rightarrow \varepsilon + d\varepsilon$ 之间的分子数占总分子数的比率

$$\frac{dN}{N} = F(\varepsilon)d\varepsilon = \frac{2}{\sqrt{\pi}}(kT)^{-\frac{3}{2}} \sqrt{\varepsilon} e^{-\frac{\varepsilon}{kT}} d\varepsilon \quad (4 \text{ 分})$$

(2) 只需对 $F(\varepsilon)$ 求极值, 就可求得平动动能的最概然值 ε_p 。

$$\frac{dF(\varepsilon)}{d\varepsilon} = 0 \quad (3 \text{ 分})$$

即

$$\frac{1}{2}\varepsilon^{-\frac{1}{2}}e^{-\frac{\varepsilon}{kT}} - \frac{1}{kT}e^{-\frac{\varepsilon}{kT}}\varepsilon^{\frac{1}{2}} = 0$$

由此式可解得

$$\varepsilon_p = \varepsilon = \frac{1}{2}kT \quad (4 \text{ 分})$$

3、解: 设开始 A 和 B 的电容均为 C , 电量均为 Q , 电压均为 U ,

则 A 中电场: $E_0 = Q/Cd$ (3 分)

平衡时: $mg = qE_0$ (2 分)

两板错开后, B 的电容减半, 此时 $Q_A + Q_B = 2Q$, $\frac{Q_A}{C} = \frac{Q_B}{C/2} \Rightarrow Q_A = \frac{4}{3}Q$ (5 分)

A 中电场 $E = \frac{Q_A}{C \cdot d} = \frac{4}{3}E_0$ (2 分)

$$\sum F = qE - mg = \frac{1}{3}mg = ma \Rightarrow a = \frac{g}{3} \quad (3 \text{ 分})$$

4、解：（1）用动生电动势公式求解。如图所示，将辐条看成为由许多线元组成，选取距 O 点为 l ，长度为 dl 的线元（ dl 方向 $O \rightarrow A$ ），动生电动势 $d\varepsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$ ，由题意分析可知， \vec{v} 垂直于 \vec{B} ，且 $v = l\omega = l \cdot 2\pi N$

$$d\varepsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = 2\pi Nl \cdot B \cdot dl$$

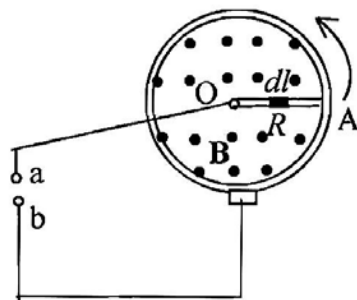
对于整个辐条来说，其电动势为

$$\varepsilon = \int_0^R 2\pi Nl \cdot B \cdot dl = \pi R^2 NB$$

此电动势既为 a 、 b 两点间电动势大小。

（5 分）

（2） $\varepsilon > 0$ ，说明电动势的方向与 $\vec{v} \times \vec{B}$ 的方向一致，即 A 端电势高于 O 端电势，则若在 a 、 b 间接一电阻，辐条中的电流方向将沿 $O \rightarrow A$ 。（2 分）



（3） dl 段受力： $dF = IdlB$ $dF = BI dl$

dl 段受力矩： $dM = l \cdot dF = IB l dl$

辐条转动所受力矩大小： $M = \int_0^R IB l dl = \frac{1}{2} IB R^2$ （3 分）

辐条转动所受力矩方向：垂直纸面向里（阻力矩）。（2 分）

（4）多根辐条时，相当于 n 个相同的电源的并联，总电动势与（1）相同。

（3 分）