

考试方式: 闭卷

太原理工大学 大学物理 A(一) 试卷 A

适用专业: 11 级一二本 考试日期: 2012.7.4 时间: 120 分钟 共 8 页

题号	一	二	三	总分
得分				

一、选择答案填在下面相应的空格内 (共 30 分)

得分	A 卷	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1. (本题 3 分)

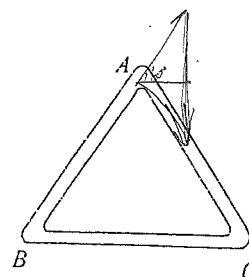
一运动质点在某瞬时位于矢径 $\vec{r}(x, y)$ 的端点处, 其速度大小为

- (A) $\frac{dr}{dt}$ (B) $\frac{d\vec{r}}{dt}$
 (C) $\frac{d|\vec{r}|}{dt}$ (D) $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$

2. (本题 3 分)

质量为 m 的质点, 以不变速率 v 沿图中正三角形 ABC 的水平光滑轨道运动. 质点越过 A 角时, 轨道作用于质点的冲量的大小为

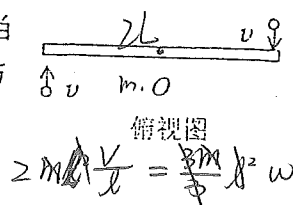
- (A) mv . (B) $\sqrt{2}mv$.
 (C) $\sqrt{3}mv$. (D) $2mv$.



3. (本题 3 分)

光滑的水平桌面上, 有一长为 $2L$ 、质量为 m 的匀质细杆, 可绕过其中点且垂直于杆的竖直光滑固定轴 O 自由转动, 其转动惯量为 $\frac{1}{3}mL^2$, 起初杆静止. 桌面上有两个质量均为 m 的小球, 各自在垂直于杆的方向上, 正对着杆的一端, 以相同速率 v 相向运动, 如图所示. 当两小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后, 就与杆粘在一起转动, 则这一系统碰撞后的转动角速度应为

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



$$2mv = \frac{1}{3}mL^2\omega$$

4. (本题 3 分)

在标准状态下, 若氧气(视为刚性双原子分子的理想气体)和氮气的体积比 $V_1/V_2=1/2$, 则其内能之比 E_1/E_2 为:

- (A) 3/10. (B) 1/2.
 (C) 5/6. (D) 5/3.

5. (本题 3 分)

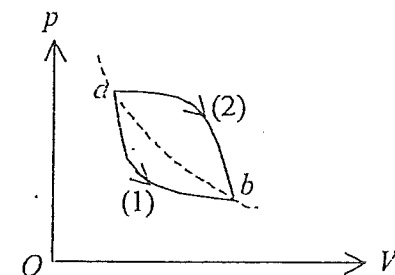
设 \bar{v} 代表气体分子运动的平均速率, v_p 代表气体分子运动的最概然速率, $(v^2)^{1/2}$ 代表气体分子运动的方均根速率. 处于平衡状态下理想气体, 三种速率关系为

- (A) $(v^2)^{1/2} = \bar{v} = v_p$ (B) $\bar{v} = v_p < (v^2)^{1/2}$
 (C) $v_p < \bar{v} < (v^2)^{1/2}$ (D) $v_p > \bar{v} > (v^2)^{1/2}$

6. (本题 3 分)

一定量的理想气体, 从 $p-V$ 图上初态 a 经(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

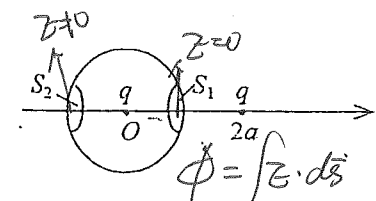
- (A) (1)过程中吸热, (2)过程中放热.
 (B) (1)过程中放热, (2)过程中吸热.
 (C) 两种过程中都吸热.
 (D) 两种过程中都放热.



7. (本题 3 分)

有两个电荷都是 $+q$ 的点电荷, 相距为 $2a$. 今以左边的点电荷所在处为球心, 以 a 为半径作一球形高斯面. 在球面上取两块相等的小面积 S_1 和 S_2 , 其位置如图所示. 设通过 S_1 和 S_2 的电场强度通量分别为 Φ_1 和 Φ_2 , 通过整个球面的电场强度通量为 Φ_s , 则

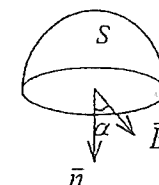
- (A) $\Phi_1 > \Phi_2$, $\Phi_s = q/\epsilon_0$.
 (B) $\Phi_1 < \Phi_2$, $\Phi_s = 2q/\epsilon_0$.
 (C) $\Phi_1 = \Phi_2$, $\Phi_s = q/\epsilon_0$.
 (D) $\Phi_1 < \Phi_2$, $\Phi_s = q/\epsilon_0$.



8. (本题 3 分)

在磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场中作一半径为 r 的半球面 S , S 边线所在平面的法线方向单位矢量 \vec{n} 与 \vec{B} 的夹角为 α , 则通过半球面 S 的磁通量(取弯面向外为正)为

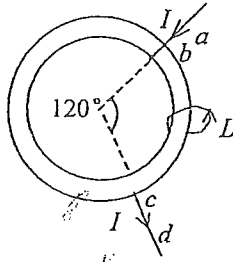
- (A) $\pi r^2 B$. (B) $2\pi r^2 B$.
 (C) $-\pi r^2 B \sin \alpha$. (D) $-\pi r^2 B \cos \alpha$.



9. (本题 3 分)

如图, 两根直导线 ab 和 cd 沿半径方向被接到一个截面处处相等的铁环上, 稳恒电流 I 从 a 端流入而从 d 端流出, 则磁感强度 \vec{B} 沿图中闭合路径 L 的积分 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 等于

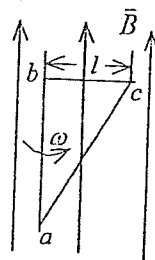
- (A) $\mu_0 I$. (B) $\frac{1}{3}\mu_0 I$.
(C) $\mu_0 I/4$. (D) $2\mu_0 I/3$.



10. (本题 3 分)

如图所示, 直角三角形金属框架 abc 放在均匀磁场中, 磁场 \vec{B} 平行于 ab 边, bc 的长度为 l . 当金属框架绕 ab 边以匀角速度 ω 转动时, abc 回路中的感应电动势 \mathcal{E} 和 a 、 c 两点间的电势差 $U_a - U_c$ 为

- (A) $\mathcal{E}=0$, $U_a - U_c = \frac{1}{2}B\omega l^2$.
(B) $\mathcal{E}=0$, $U_a - U_c = -\frac{1}{2}B\omega l^2$.
(C) $\mathcal{E}=B\omega l^2$, $U_a - U_c = \frac{1}{2}B\omega l^2$.
(D) $\mathcal{E}=B\omega l^2$, $U_a - U_c = -\frac{1}{2}B\omega l^2$.



总 分

二、填空题 (共 30 分)

11. _____ 16. _____
12. _____ 17. _____
13. _____ 18. _____
14. _____ 19. _____
15. _____ 20. _____

11. (本题 3 分)

一质点作半径为 0.1 m 的圆周运动, 其角位置的运动学方程为:

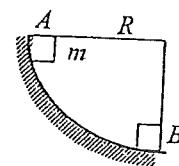
$$\theta = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2}t^2 \quad (\text{SI})$$

则其切向加速度为 $a_t =$

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = t, \quad a_t = v \cdot \frac{1}{R} = 0.1 \text{ m/s}^2$$

12. (本题 3 分)

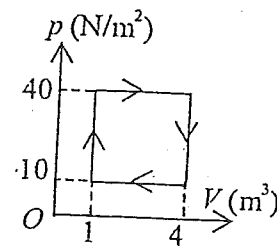
如图所示, 质量 $m=2\text{ kg}$ 的物体从静止开始, 沿 $1/4$ 圆弧从 A 滑到 B , 在 B 处速度的大小为 $v=6\text{ m/s}$, 已知圆的半径 $R=4\text{ m}$, 则物体从 A 到 B 的过程中摩擦力对它所作的功



$W =$

13. (本题 3 分)

气体经历如图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



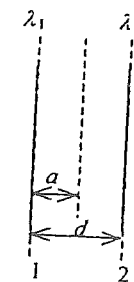
14. (本题 3 分)

热力学第二定律的开尔文表述和克劳修斯表述是等价的, 表明在自然界中与热现象有关的实际宏观过程都是不可逆的, 开尔文表述指出了

的过程是不可逆的, 而克劳修斯表述指出了的过程是不可逆的.

15. (本题 3 分)

两根相互平行的“无限长”均匀带正电直线 1、2, 相距为 d , 其电荷线密度分别为 λ_1 和 λ_2 如图所示, 则场强等于零的点与直线 1 的距离 a 为



16. (本题 3 分)

在点电荷 q 的电场中, 把一个 $-1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的电荷, 从无限远处(设无限远处电势为零)移到离该点电荷距离 0.1 m 处, 克服电场力做功 $1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$,

则该点电荷 $q =$ (真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

17. (本题 3 分)

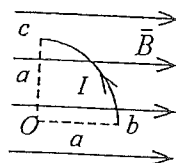
一个不带电的金属球壳的内、外半径分别为 R_1 和 R_2 , 今在中心处放置一电

荷为 q 的点电荷, 则球壳的电势 $U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$

18. (本题 3 分)

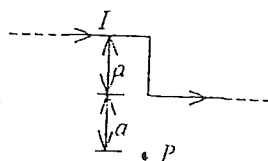
有一半径为 a , 流过稳恒电流为 I 的 $1/4$ 圆弧形载流导线 bc , 按图示方式置于均匀外磁场 \vec{B} 中, 则该载流导线所受的

安培力大小为



19. (本题 3 分)

一无限长载流直导线, 通有电流 I , 弯成如图形状. 设各线段皆在纸面内, 则 P 点磁感强度 \vec{B} 的大小为



20. (本题 3 分)

用导线制成一半径为 $r = 10 \text{ cm}$ 的闭合圆形线圈, 其电阻 $R = 10 \Omega$, 均匀磁场垂直于线圈平面. 欲使电路中有一稳定的感应电流 $i = 0.01 \text{ A}$, B 的变化率应为

$$dB/dt = \frac{10}{\pi} \text{ T/s}$$

三、计算题 (共 40 分)

总分

21. (本题 10 分)

如图所示, 质量为 m_A 的小球 A 沿光滑的弧形轨道滑下, 与放在轨道端点 P 处(该处轨道的切线为水平的)的静止小球 B 发生弹性正碰撞, 小球 B 的质量为 m_B , A 、 B 两小球碰撞后同时落在水平地面上. 如果 A 、 B 两球的落地点距 P 点正下方 O 点的距离之比 $L_A / L_B = 2/5$,

求: 两小球的质量比 m_A / m_B .

解: A 、 B 两球做平抛.

$$\text{对 } B: L_B = v_B t$$

$$\text{对 } A: L_A = v_A t$$

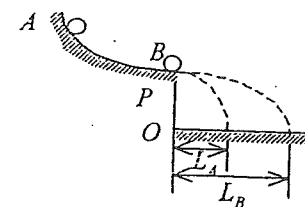
$$\text{故 } \frac{L_A}{L_B} = \frac{v_A}{v_B} = \frac{2}{5}$$

$$\text{碰撞前 } m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$$

$$\text{碰撞后 } \frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

$$\text{代入得 } v_0, v_A, v_B$$

$$\text{故 } \frac{m_A}{m_B} =$$

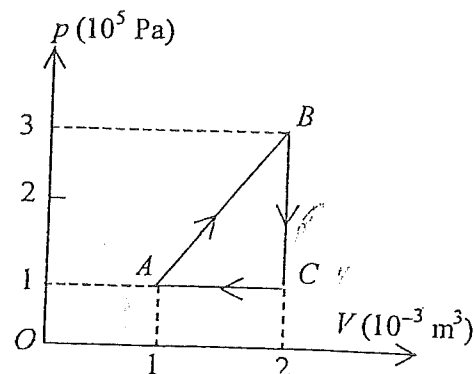


22. (本题10分)

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

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

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



$$(1) \text{解: } W_{AB} = \frac{1}{2} \times (1+3) \times 2 = 400 \text{ J}$$

$$W_{BC} = 0, \quad W_{CA} = -400 \text{ J}$$

$$A \rightarrow B: \Delta E_1 = \frac{1}{2} C_{V,m} (T_B - T_A) = \frac{3}{2} (P_B V_B - P_A V_A) = 300 \text{ J}$$

$$Q_1 = \Delta E_1 + W_{AB} =$$

$$B \rightarrow C: \Delta E_2 = \frac{1}{2} C_{V,m} (T_C - T_B) = \frac{3}{2} (P_C V_C - P_B V_B) = \frac{3}{2} \times 10^3 \times 2 \times (-2 \times 10^5) = -600 \text{ J}$$

$$Q_2 = \Delta E_2 + W_{BC} =$$

$$C \rightarrow A: \Delta E_3 = \frac{1}{2} C_{V,m} (T_A - T_C) = \frac{3}{2} \times 10^5 \times (-10^3) = -150 \text{ J}$$

23. (本题10分)

一半径为 R 的带电球体, 其电荷体密度分布为

$$\rho = \frac{qr}{\pi R^4} \quad (r \leq R) \quad (q \text{ 为一正的常量})$$

$$\rho = 0 \quad (r > R)$$

试求: (1) 带电球体的总电荷; (2) 球内、外各点的电场强度;

解: 取薄球壳

$$\text{知 } dq = \rho dV = \frac{qr}{\pi R^4} \cdot 4\pi r^2 dr$$

$$= \frac{4q}{R^4} r^3 dr$$

$$Q = \int dq = \int_0^R \frac{4q}{R^4} r^3 dr$$

$$= \frac{4q}{R^4} \cdot \frac{r^4}{4} \Big|_0^R = q$$

$$\text{球内: } E = 0$$

$$\text{球外: } E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

做一球面

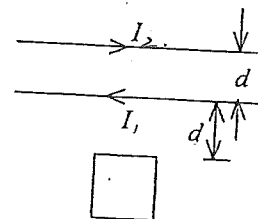
$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$E \cdot 4\pi r^2 \epsilon_0 = \int_0^r \frac{4q}{R^4} r^3 dr$$

$$E \cdot 4\pi r^2 \epsilon_0 = \frac{4q}{R^4} \cdot \frac{r^4}{4} = \frac{qr^4}{R^4}$$

24. (本题10分):

两根平行无限长直导线相距为 d , 载有大小相等方向相反的电流 I , 电流变化率 $dI/dt = \alpha > 0$. 一个边长为 d 的正方形线圈位于导线平面内与一根导线相距 d , 如图所示. 求线圈中的感应电动势 \mathcal{E} , 并说明线圈中的感应电流是顺时针还是逆时针方向.



$$\text{解: 对 } I_1: B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}, \quad \Phi = B \cdot S$$

$$\Phi_{I_1} = \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \int_1^{2d} \frac{1}{x} dx = \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \ln 2$$

一. D C C C C B D D D B

二. 11. 0.1 m/s^2 12. -42.2 J 13. 90 J

14. 功变热 热传导 15. $\frac{\lambda_1 d}{\lambda_1 + \lambda_2}$

16. $-2 \times 10^{-7} \text{ C}$ 17. $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ 18. B I a

19. $\frac{3\mu_0 I}{8\pi a}$ 20. 3.18 T/s

三. 21. 解: A、B两球发生弹性正碰撞. 由水平方向动量守恒与机械能守恒, 得

$$m_A v_{A0} = m_A v_A + m_B v_B \quad (1) \quad 2 \text{ 分}$$

$$\frac{1}{2} m_A v_{A0}^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 \quad (2) \quad 2 \text{ 分}$$

联立解出: $v_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_{A0}, v_B = \frac{2m_A v_{A0}}{m_A + m_B}$ 2分

由于二球同时落地, $\therefore v_A > 0, m_A > m_B$. 又知两者下落时间相同, 所以

$$\frac{L_A}{v_A} = \frac{L_B}{v_B} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\therefore \frac{v_A}{v_B} = \frac{L_A}{L_B} = \frac{2}{5}, \quad \frac{m_A - m_B}{2m_A} = \frac{2}{5}$$

解出 $\frac{m_A}{m_B} = 5$ 2分

22. 解: (1) A \rightarrow B.

$$A_1 = \frac{1}{2} (P_B + P_A) (V_B - V_A) = 200 \text{ J}$$

$$\Delta E_1 = \nu C_V (T_B - T_A) = 3 (P_B V_B - P_A V_A) / 2 = 750 \text{ J}$$

$$Q_1 = A_1 + \Delta E_1 = 950 \text{ J} \quad 3 \text{ 分}$$

22. 答案接下:

$$B \rightarrow C: A_2 = 0$$

$$\Delta E_2 = \nu C_V (T_C - T_B) = 3 (P_C V_C - P_B V_B) / 2 = -600 \text{ J}$$

$$Q_2 = A_2 + \Delta E_2 = -600 \text{ J} \quad 2 \text{ 分}$$

$$C \rightarrow A: A_3 = P_A (V_A - V_C) = -100 \text{ J}$$

$$\Delta E_3 = \nu C_V (T_A - T_C) = \frac{3}{2} (P_A V_A - P_C V_C) = -150 \text{ J}$$

$$Q_3 = A_3 + \Delta E_3 = -250 \text{ J} \quad 3 \text{ 分}$$

$$(2) A = A_1 + A_2 + A_3 = 100 \text{ J}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 100 \text{ J} \quad 2 \text{ 分}$$

23. 解: (1) 在球内取半径为 r 、厚为 dr 的薄球壳, 该壳内所包

$$\text{含的电荷为 } dq = \rho dV = \rho r 4\pi r^2 dr / (\pi R^4) = 4\rho r^3 dr / R^4$$

$$\text{则球体所带的总电荷为 } Q = \int \rho dV = (4\rho / R^4) \int_0^R r^3 dr = \rho \quad 3 \text{ 分}$$

(2) 在球内作一半径为 r 的高斯球面, 按高斯定理有

$$4\pi r^2 E_1 = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^r \frac{\rho r}{R^4} 4\pi r^2 dr = \frac{\rho r^4}{\epsilon_0 R^4}$$

$$\text{得 } E_1 = \frac{\rho r^2}{4\pi\epsilon_0 R^4} \quad (r \leq R), \quad \vec{E}_1 \text{ 方向沿半径向外. } 2 \text{ 分}$$

在球体外作半径为 r_2 的高斯球面, 按高斯定理有

$$4\pi r_2^2 E_2 = \rho / \epsilon_0$$

$$\text{得 } E_2 = \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} \quad (r_2 > R), \quad \vec{E}_2 \text{ 方向沿半径向外. } 2 \text{ 分}$$

24. 解: 载流为 I 的无限长直导线在与其相距为 d 处的磁感应强度为:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

2分

以顺时针方向流向为线圈回路的方向, 与线圈相距较远的导线在线圈中产生的磁通量为:

$$\Phi_1 = \int_{2d}^{3d} d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I d}{2\pi} \ln \frac{3}{2}$$

与线圈相距较近的导线对线圈的磁通量为:

$$\Phi_2 = \int_d^{2d} -d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = -\frac{\mu_0 I d}{2\pi} \ln 2$$

$$\text{总磁通 } \Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = -\frac{\mu_0 I d}{2\pi} \ln \frac{4}{3}$$

4分

感应电动势为:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} \left(\ln \frac{4}{3} \right) \frac{dI}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} \ln \frac{4}{3}$$

2分

由 $\mathcal{E} > 0$ 和回路正方向为顺时针, 所以 \mathcal{E} 的流向为顺时针方向, 线圈中的感应电流亦是顺时针方向.

2分

姓名

学号

姓名

专业班级

学院

(密封线外不要写姓名、学号、班级、密封线内不准答题, 违者按零分计)

考试方式: 闭卷

太原理工大学 大学物理 A(一) 试卷 A

适用专业: 09 级一二本 考试日期: 2010.7.14 时间: 120 分钟 共 8 页

题号	一	二	三	总分
得分				

一、选择答案填在下面相应的空格内 (共 30 分)

A 卷第一题	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
相应选择										

1. (本题 3 分)

一质点在平面上运动, 已知质点位置矢量的表示式为 $\vec{r} = at^2\vec{i} + bt^2\vec{j}$ (其中 a, b 为常量), 则该质点作

- (A) 匀速直线运动. (B) 变速直线运动.
(C) 抛物线运动. (D) 一般曲线运动.

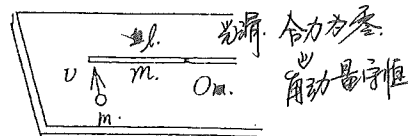
2. (本题 3 分)

质量为 $m=0.5 \text{ kg}$ 的质点, 在 Oxy 坐标平面内运动, 其运动方程为 $x=5t$, $y=0.5t^2$ (SI), 从 $t=2 \text{ s}$ 到 $t=4 \text{ s}$ 这段时间内, 外力对质点作的功为

- (A) 1.5 J. (B) 3 J.
(C) 4.5 J. (D) -1.5 J.

3. (本题 3 分)

光滑的水平桌面上有长为 $2l$ 、质量为 m 的匀质细杆, 可绕通过其中点 O 且垂直于桌面的竖直固定轴自由转动, 转动惯量为 $\frac{1}{3}ml^2$, 起初杆静止. 有一质量为 m 的小球在



桌面上正对着杆的一端, 在垂直于杆长的方向上, 以速率 v 运动, 如图所示. 当小球与杆端发生碰撞后, 就与杆粘在一起随杆转动. 则这一系统碰撞后的转动角速度是

- (A) $\frac{lv}{12}$ (B) $\frac{2v}{3l}$
(C) $\frac{3v}{4l}$ (D) $\frac{3v}{l}$

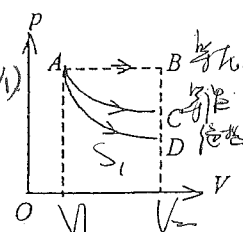
4. (本题 3 分)

温度、压强相同的氮气和氧气, 它们分子的平均动能 $\bar{\epsilon}$ 和平均平动动能 $\bar{\epsilon}_t$ 有如下关系:

- (A) $\bar{\epsilon}$ 和 $\bar{\epsilon}_t$ 都相等. (B) $\bar{\epsilon}$ 相等, 而 $\bar{\epsilon}_t$ 不相等.
(C) $\bar{\epsilon}_t$ 相等, 而 $\bar{\epsilon}$ 不相等. (D) $\bar{\epsilon}$ 和 $\bar{\epsilon}_t$ 都不相等.

5. (本题 3 分)

如图所示, 一定量理想气体从体积 V_1 , 膨胀到体积 V_2 分别经历的过程是: $A \rightarrow B$ 等压过程, $A \rightarrow C$ 等温过程; $A \rightarrow D$ 绝热过程, 其中吸热量最多的过程



- (A) 是 $A \rightarrow B$.
(B) 是 $A \rightarrow C$.
(C) 是 $A \rightarrow D$.
(D) 既是 $A \rightarrow B$ 也是 $A \rightarrow C$, 两过程吸热一样多.

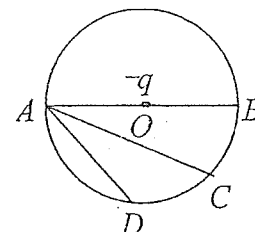
6. (本题 3 分)

“理想气体和单一热源接触作等温膨胀时, 吸收的热量全部用来对外做功.” 对此说法, 有如下几种评论, 哪种是正确的?

- (A) 不违反热力学第一定律, 但违反热力学第二定律.
(B) 不违反热力学第二定律, 但违反热力学第一定律.
(C) 不违反热力学第一定律, 也不违反热力学第二定律.
(D) 违反热力学第一定律, 也违反热力学第二定律.

7. (本题 3 分)

点电荷 $-q$ 位于圆心 O 处, A, B, C, D 为同一圆周上的四点, 如图所示. 现将一试验电荷从 A 点分别移动到 B, C, D 各点, 则



- (A) 从 A 到 B , 电场力作功最大.
(B) 从 A 到 C , 电场力作功最大.
(C) 从 A 到 D , 电场力作功最大.
(D) 从 A 到各点, 电场力作功相等.

8. (本题 3 分)

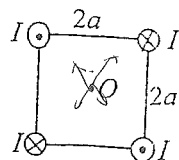
半径为 r 的均匀带电球面 1, 带有电荷 q , 其外有一同心的半径为 R 的均匀带电球面 2, 带有电荷 Q , 则此两球面之间的电势差 $U_1 - U_2$ 为:

- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$ (B) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$
(C) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r} - \frac{Q}{R} \right)$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$

(密封线外不要写姓名、学号、班级、密封线内不准答题，违者按零分计)

9. (本题 3 分)

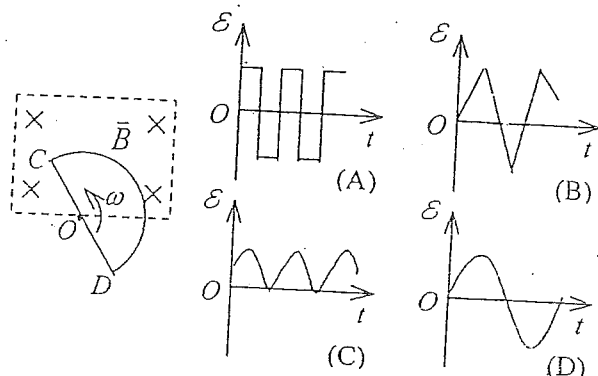
四条皆垂直于纸面的载流细长直导线，每条中的电流皆为 I 。这四条导线被纸面截得的断面，如图所示，它们组成了边长为 $2a$ 的正方形的四个角顶，每条导线中的电流流向亦如图所示。则在图中正方形中心点 O 的磁感强度的大小为



- (A) $B = \frac{2\mu_0}{\pi a} I$ (B) $B = \frac{\sqrt{2}\mu_0}{2\pi a} I$
(C) $B = 0$ (D) $B = \frac{\mu_0}{\pi a} I$

10. (本题 3 分)

如图所示，矩形区域为均匀稳恒磁场，半圆形闭合导线回路在纸面内绕轴 O 作逆时针方向匀角速转动， O 点是圆心且恰好落在磁场的边缘上，半圆形闭合导线完全在磁场外时开始计时。图(A)~(D)的 ε - t 函数图象中哪一条属于半圆形导线回路中产生的感应电动势?



[A]

二 填空题 (共 30 分)

11. (本题 3 分)

地球的质量为 m ，太阳的质量为 M ，地心与日心的距离为 R ，引力常量为 G ，

则地球绕太阳作圆周运动的轨道角动量为 $L = \sqrt{GMmR}$

12. (本题 3 分)

一质量为 M 的质点沿 x 轴正向运动，假设该质点通过坐标为 x 的位置时速度的大小为 kx (k 为正值常量)，则该质点从 $x = x_0$ 点出发运动到 $x = x_1$ 处所经历的时间 $\Delta t = \frac{2(x_1 - x_0)}{k}$

13. (本题 3 分)

一飞轮以 600 rev/min 的转速旋转，转动惯量为 $2.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ，现加一恒定的制动力矩使飞轮在 1 s 内停止转动，则该恒定制动力矩的大小 $M = 1.5 \text{ N} \cdot \text{m}$

14. (本题 3 分)

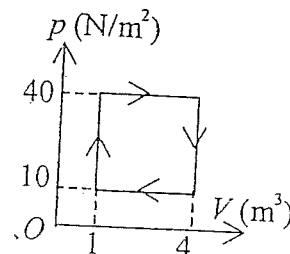
氢分子的质量为 $3.3 \times 10^{-24} \text{ g}$ ，如果每秒有 10^{23} 个氢分子沿着与容器器壁的法线成 45° 角的方向以 10^3 cm/s 的速率撞击在 2.0 cm^2 面积上(碰撞是完全弹性的)，则此氢气的压强为 $2.75 \times 10^8 \text{ Pa}$

15. (本题 3 分)

当理想气体处于平衡态时，若气体分子速率分布函数为 $f(v)$ ，则分子速率处于最概然速率 v_p 至 ∞ 范围内的概率 $\Delta N/N = \int_{v_p}^{\infty} f(v) dv$

16. (本题 3 分)

气体经历如图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 90 J

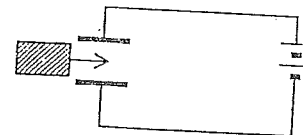


17. (本题 3 分)

在静电场中，任意作一闭合曲面，通过该闭合曲面的电场强度通量 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S}$ 的值仅取决于包围在曲面内的电荷，而与曲面外的电荷无关。

18. (本题 3 分)

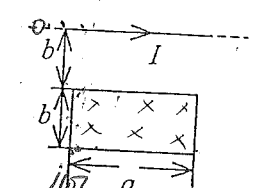
电容为 C_0 的平板电容器，接在电路中。若将相对电容率为 ε_r 的各向同性均匀电介质填满电容器的极板间，



则电容器的电容为原来的 ε_r 倍。

19. (本题 3 分)

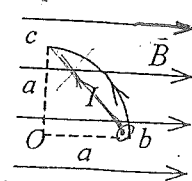
在一根通有电流 I 的长直导线旁，与之共面地放着一个长、宽各为 a 和 b 的矩形线框，线框的长边与载流长直导线平行，且二者相距为 b ，如图所示。在此情形中，线框内的



磁通量 $\Phi = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \ln 2$

20. (本题 3 分)

有一半径为 a ，流过稳恒电流为 I 的 $1/4$ 圆弧形载流导线 bc ，按图示方式置于均匀外磁场 \vec{B} 中，则该载流导线所受的



安培力大小为 $B I a$

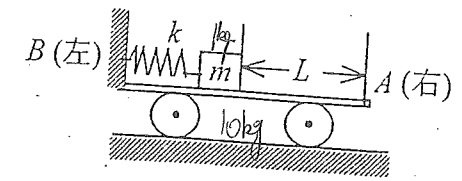
(密封线外不要写姓名、学号、班级、密封线内不准答题, 违者按零分计)

密 封

三 计算题 (共40分)

21. (本题10分)

水平小车的 B 端固定一轻弹簧, 弹簧为自然长度时, 靠在弹簧上的滑块距小车 A 端为 $L = 1.1 \text{ m}$. 已知小车质量 $M = 10 \text{ kg}$, 滑块质量 $m = 1 \text{ kg}$, 弹簧的劲度系数 $k = 110 \text{ N/m}$. 现推动滑块将弹簧压缩 $\Delta l = 0.05 \text{ m}$ 并维持滑块与小车静止, 然后同时释放滑块与小车. 忽略一切摩擦. 求:



- (1) 滑块与弹簧刚刚分离时, 小车及滑块相对地的速度各为多少?
- (2) 滑块与弹簧分离后, 又经多少时间滑块从小车上掉下来?

(1) 解: 依题意知:
 对小车、滑块、弹簧构成的系统
 有能量守恒.
 $\frac{1}{2}k\Delta l^2 = \frac{1}{2}mV_A^2 + \frac{1}{2}MV_B^2$
 动量守恒 $mV_A = MV_B$
 解得 $V_A = 0.5 \text{ m/s} \rightarrow V_B = 0.05 \text{ m/s} \leftarrow$

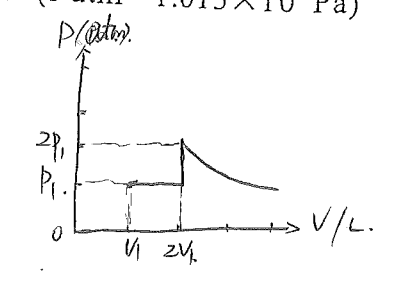
(2) 解: $(V_A + V_B)t = L$
 得 $t = \frac{1.1}{0.55} = 2 \text{ s}$

22. (本题10分) 第五章 P₆ T₂

一定量的某单原子分子理想气体装在封闭的汽缸里. 此汽缸有可活动的活塞(活塞与气缸壁之间无摩擦且无漏气). 已知气体的初压强 $p_1 = 1 \text{ atm}$, 体积 $V_1 = 1 \text{ L}$, 现将该气体在等压下加热直到体积为原来的两倍, 然后在等体积下加热直到压强为原来的 2 倍, 最后作绝热膨胀, 直到温度下降到初温为止,

- (1) 在 $p-V$ 图上将整个过程表示出来.
- (2) 试求在整个过程中气体内能的改变.
- (3) 试求在整个过程中气体所吸收的热量. ($1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)
- (4) 试求在整个过程中气体所作的功.

解: 依题意可做 $p-V$ 图.
 在由 $V_1 \rightarrow V_2$ 过程中, 等压变化.
 $A_1 = \int_{V_1}^{V_2} p dV = p(V_2 - V_1) = 1.013 \times 10^5 \text{ J}$
 $Q_1 = \nu C_{p,m}(T_2 - T_1) = \frac{5}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$
 $= \frac{5}{2} \times 10^5 \text{ Pa} \times 1 \text{ L} = 1.5 \times 10^5 \text{ J}$
 在由 $p_1 \rightarrow p_2$ 过程, $Q_2 = \frac{5}{2} \times 2 \times 10^2 = 50 \text{ J}$
 绝热 $Q_{\text{总}} = 650 \text{ J}$



23. (本题10分)

一个细玻璃棒被弯成半径为 R 的半圆形, 沿其上半部分均匀分布有电荷 $+Q$, 沿其下半部分均匀分布有电荷 $-Q$, 如图所示. 试求圆心 O 处的电场强度.

解: 对 x 轴上半部分. 取线元 dl

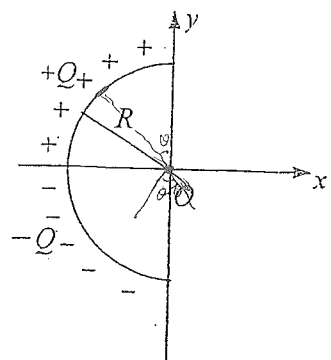
$$\text{知: } \lambda = \frac{Q}{\frac{1}{2}\pi R}$$

$$dq = \frac{2Q}{\pi R} dl$$

$$dE_1 = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\frac{2Q}{\pi R} dl}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^3} dl$$

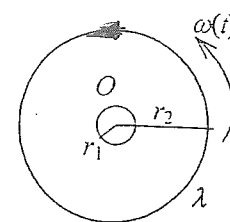
$$E_1 = \int_L \frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^3} dl = \frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^3} \int_L dl = \frac{Q}{4\pi^2\epsilon_0 R^3}$$

同理对 x 轴下半部分.



24. (本题10分)

如图所示, 一半径为 r_2 电荷线密度为 λ 的均匀带电圆环, 里边有一半径为 r_1 总电阻为 R 的导体环, 两环共面同心 ($r_2 \gg r_1$), 当大环以变角速度 $\omega = \omega(t)$ 绕垂直于环面的中心轴旋转时, 求小环中的感应电流. 其方向如何?



考试方式: 闭卷

太原理工大学 大学物理 A(一) 试卷 B

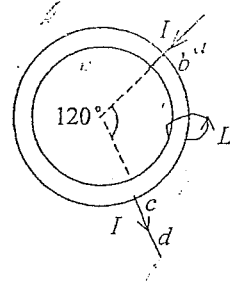
适用专业: 08 级一、二本 考试日期: 2009.7.15 时间: 120 分钟 共 8 页

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	总分
得分										

一 选择题 (共30分)

1. (本题 3分)

如图, 两根直导线 ab 和 cd 沿半径方向被接到一个截面处相等的铁环上, 稳恒电流 I 从 a 端流入而从 d 端流出, 则磁感强度 \vec{B} 沿图中闭合路径 L 的积分 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 等于



- (A) $\mu_0 I$. (B) $\frac{1}{3}\mu_0 I$.
(C) $\mu_0 I/4$. (D) $2\mu_0 I/3$.

[D]

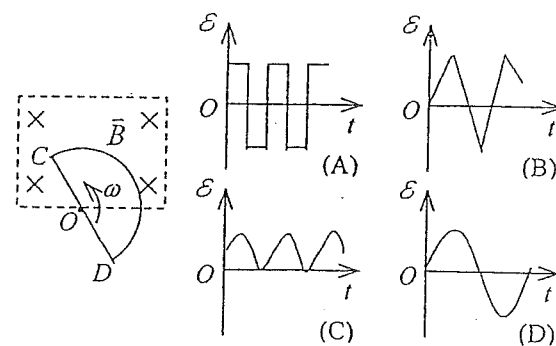
2. (本题 3分) (B) $\frac{4\mu_0 I}{3\pi}$, $p=1S$, $\odot N=2$, $\frac{N\mu_0 I}{2}$, $p_m = NIS = \frac{N\mu_0 I}{2}$
有一半径为 R 的单匝圆线圈, 通以电流 I , 若将该导线弯成匝数 $N=2$ 的平面圆线圈, 导线长度不变, 并通以同样的电流, 则线圈中心的磁感强度和线圈的磁矩分别是原来的

- (A) 4 倍和 $1/8$. (B) 4 倍和 $1/2$.
(C) 2 倍和 $1/4$. (D) 2 倍和 $1/2$.

[B]

3. (本题 3分)

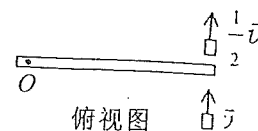
如图所示, 矩形区域为均匀稳恒磁场, 半圆形闭合导线回路在纸面内绕轴 O 作逆时针方向匀角速转动, O 点是圆心且恰好落在磁场的边缘上, 半圆形闭合导线完全在磁场外时开始计时. 图(A)~(D)的 $\varepsilon-t$ 函数图象中哪一条属于半圆形导线回路中产生的感应电动势?



[A]

4. (本题 3分)

如图所示, 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出并穿出棒的自由端, 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) $\frac{7mv}{4ML}$.

[B]

5. (本题 3分)

质点作曲线运动, \vec{r} 表示位置矢量, \vec{v} 表示速度, \vec{a} 表示加速度, S 表示路程, a_t 表示切向加速度, 下列表达式中,

- (1) $d\vec{v}/dt = \vec{a}$, (2) $d\vec{r}/dt = \vec{v}$,
(3) $dS/dt = v$, (4) $|d\vec{v}/dt| = a_t$.
(A) 只有(1)、(4)是对的. (B) 只有(2)、(4)是对的.
(C) 只有(2)是对的. (D) 只有(3)是对的.

[A, B]

6. (本题 3分)

对位移电流, 有下述四种说法, 请指出哪一种说法正确.

- (A) 位移电流是指变化电场.
(B) 位移电流是由线性变化磁场产生的.
(C) 位移电流的热效应服从焦耳-楞次定律.
(D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理.

[]

7. (本题 3分)

已知氢气与氧气的温度相同, 请判断下列说法哪个正确?

- (A) 氧分子的质量比氢分子大, 所以氧气的压强一定大于氢气的压强. $p = nkT$ 不可说明.
(B) 氧分子的质量比氢分子大, 所以氧气的密度一定大于氢气的密度. $\rho = nm$ 不可说明.
(C) 氧分子的质量比氢分子大, 所以氢分子的速率一定比氧分子的速率大. $v_{rms} = \sqrt{3kT/m}$ 不可说明.
(D) 氧分子的质量比氢分子大, 所以氢分子的平均速率一定比氧分子的平均速率大. $v_{rms} = \sqrt{3kT/m}$ 不可说明.

[D]

8. (本题 3分)

1 mol 刚性双原子分子理想气体, 当温度为 T 时, 其内能为

- (A) $\frac{3}{2}RT$. (B) $\frac{3}{2}kT$. (C) $\frac{5}{2}RT$. (D) $\frac{5}{2}kT$.

(式中 R 为普适气体常量, k 为玻尔兹曼常量)

[C]

9. (本题 3分)

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

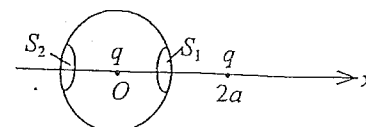
- (A) $v_{p1} > v_{p2}$, $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$. (B) $v_{p1} > v_{p2}$, $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$.
(C) $v_{p1} < v_{p2}$, $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$. (D) $v_{p1} < v_{p2}$, $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$.

[A]

10. (本题 3分)

有两个电荷都是 $+q$ 的点电荷, 相距为

2a. 今以左边的点电荷所在处为球心, 以 a 为半径作一球形高斯面. 在球面上取两块相等的小面积 S_1 和 S_2 , 其位置如图所示. 设通过 S_1 和



S_2 的电场强度通量分别为 Φ_1 和 Φ_2 , 通过整个球面的电场强度通量为 Φ_S , 则

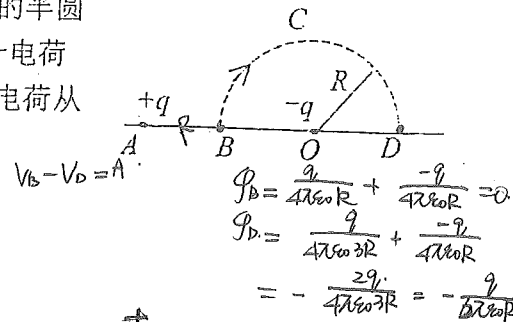
- (A) $\Phi_1 > \Phi_2$, $\Phi_S = q/\epsilon_0$. (B) $\Phi_1 < \Phi_2$, $\Phi_S = 2q/\epsilon_0$.
(C) $\Phi_1 = \Phi_2$, $\Phi_S = q/\epsilon_0$. (D) $\Phi_1 < \Phi_2$, $\Phi_S = q/\epsilon_0$.

[C]

二. 填空题 (共30分)

11. (本题 3分) (0.5分)

图示BCD是以O为圆心, 以R为半径的半圆弧, 在A点有一电荷+q, O点有一电荷-q. 现将一单位正电荷从B点沿半圆弧轨道BCD移动到D点, 则电

场力所作的功为 $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$.

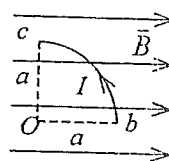
12. (本题 3分) (1)

一金属球壳的半径分别为 R_1 和 R_2 , 带电荷为 Q . 在球心处有一电荷

为 q 的点电荷, 则球壳内表面的电荷面密度 $\sigma =$ $-\frac{q}{4\pi R_1^2}$.

13. (本题 3分) (1.5分)

有一半径为 a , 恒电流为 I 的 $1/4$ 圆弧形载流导线 bc , 按图示方式置于匀强磁场 \vec{B} 中, 则该载流导线所受的

安培力大小为 Bla .

14. (本题 3分) (1.5分)

一段直导线在匀磁场的平面内运动. 已知导线绕其一端以角速度 ω 转动时的电动势 ϵ 与导线平动时的电动势相同, 那

么, 导线的长度 $L = \frac{2\epsilon}{\omega}$.

15. (本题 3分) (1.5分)

已知地球半径为 R . 一质量为 m 的火箭从地面上升到距地面高

度为 $2R$ 处. 在从地球引力对火箭作的功为 $\frac{2}{3}mgR$.

16. (本题 3分)

一质量为 m 的质点沿 x 轴正向运动. 假设该质点通过坐标为 x 的位置时速

度的大小为 kx (量), 则此时作用于该质点上的力 $F = -\frac{1}{2}kx$, 该质点从 $x = x_0$ 到 $x = x_1$ 处所经历的时间 $\Delta t = \frac{2}{k} \ln \frac{x_1}{x_0}$.

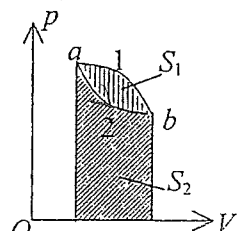
17. (本题 3分) (1)

一个作定轴转动的物体, 对转轴的转动惯量为 J . 正以角速度 $\omega_0 = 10 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ 匀速转动. 现对物体加一恒定制动力矩 $M = -0.5 \text{ N} \cdot \text{m}$, 经过时间 $t = 5.0 \text{ s}$ 后,

物体停止了转动. 物体的转动惯量 $J = 10 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

18. (本题 3分)

如图所示, 已知图中画不同斜线的两部分的面积分别为 S_1 和 S_2 , 那么 p - V 图中阴影面积表示做功

(1) 如果气体的膨胀过程为 $a-1-b$, 则气体对外做功 $A = S_1 + S_2$.(2) 如果气体进行 $a-2-b-1-a$ 的循环过程,则它对外做功 $A = -S_1$.

19. (本题 3分)

一热机从温度为 727°C 的高温热源吸热, 向温度为 527°C 的低温热源放热. 若

热机在最大效率下工作, 且每一循环吸热 2000 J , 则此热机每一循环作功 800 J .

20. (本题 3分) (1.5分)

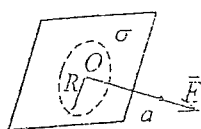
把一个均匀带有电荷 $+Q$ 的球形肥皂泡由半径 r_1 吹胀到 r_2 , 则半径为

 $R (r_1 < R < r_2)$ 的球面上任一点的电势 U 由 $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ 变为 $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_2}$ (选无穷远处为电势零点).

三 计算题 (共40分)

21. (本题10分)

如图所示,一电荷面密度为 σ 的“无限大”平面,在距离平面 a 处的一点的场强大小的一半是由平面上的一个半径为 R 的圆面积范围内的电荷所产生的.试求该圆半径的大小.

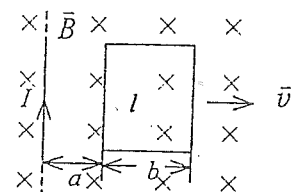


$$\sqrt{2}R\sigma$$

22. (本题10分)

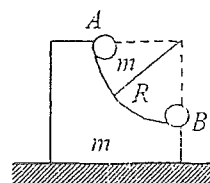
无限长直导线旁有一与其共面的矩形线圈,直导线中通有恒定电流 I ,将此直导线及线圈共同置于随时间变化的而空间分布均匀的磁场 \vec{B} 中.设 $\frac{\partial B}{\partial t} > 0$,

当线圈以速度 \vec{v} 垂直长直导线向右运动时,求线圈在如图所示位置时的感应电动势.



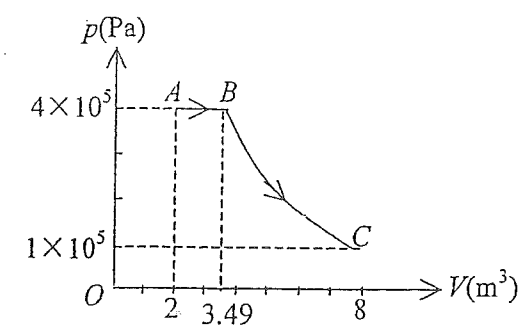
23. (本题10分)

光滑平面上有一半径为 R 的 $1/4$ 圆弧形物块 (如图), 其质量为 M , 圆弧表面光滑, 若另有一质量为 m 的滑块从其顶端 A 沿圆弧自由滑到底端 B , 求这一过程中物块的支撑力 N 对滑块所做的功.



24. (本题10分)

一定量的单原子分子理想气体, 从 A 态出发经等压过程膨胀到 B 态, 又经绝热过程膨胀到 C 态, 如图所示. 试求这全过程中气体对外所作的功, 内能的增量以及吸收的热量.



一、二本 A 卷答案

一、选择题

- 1[B] 2[B] 3[C] 4[C] 5[A]
6[C] 7[D] 8[A] 9[C] 10[A]

二、填空题 (共30分)

- | | | | |
|--|----|---|----|
| 11. (本题 3分)(0404)
$m\sqrt{GMR}$ | 3分 | 17. (本题 3分)(1435)
包围在曲面内的净电荷 | 2分 |
| 12. (本题 3分)(0166)
$\frac{1}{k} \ln \frac{x_1}{x_0}$ | 3分 | 曲面外电荷 | 1分 |
| 13. (本题 3分)(0240)
157 N·m | 3分 | 18. (本题 4分)(1221)
ϵ_r | 3分 |
| 14. (本题 3分)(4007)
$2.33 \times 10^3 \text{ Pa}$ | 3分 | 19. (本题 3分)(2550)
$\frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 2$ | 3分 |
| 15. (本题 3分)(4283)
$\int_a^b f(v) dv$ | 3分 | 20. (本题 3分)(2584)
aIB | 3分 |
| 16. (本题 3分)(4580)
90 J | 3分 | | |

三、计算题 (共40分)

21. (本题 10分)(0171)

解: (1) 以小车、滑块、弹簧为系统, 忽略一切摩擦, 在弹簧恢复原长的过程中, 系统的机械能守恒, 水平方向动量守恒. 设滑块与弹簧刚分离时, 车与滑块对地的速度分别为 V 和 v , 则

$$\frac{1}{2} k(\Delta l)^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} M V^2 \quad ① \quad 2分$$

$$m v = M V \quad ② \quad 2分$$

解出

$$V = \sqrt{\frac{k}{M + M^2/m}} \Delta l = 0.05 \text{ m/s, 向左} \quad 1分$$

$$v = \sqrt{\frac{k}{m + m^2/M}} \Delta l = 0.5 \text{ m/s, 向右} \quad 1分$$

(2) 滑块相对于小车的速度为 $v' = v + V = 0.55 \text{ m/s, 向右} \quad 2分$

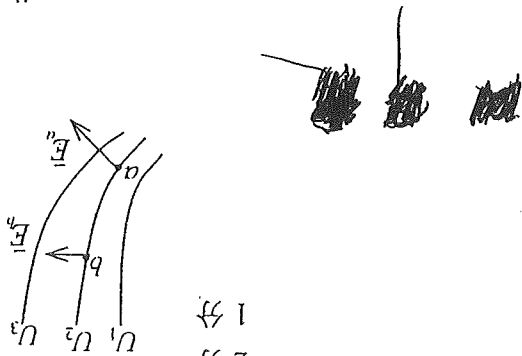
$$\Delta t = L/v' = 2 \text{ s} \quad 2分$$

1.2 A-1

17. (本题 3分)(1178)

答案见图

2分
1分



3分

3分

3分

三、计算题 (共31分)

21. (本题 8分)(0155)

解: 根据牛顿运动定律和转动定律列方程

对物体: $mg - T = ma$

对滑轮: $TR = JB$

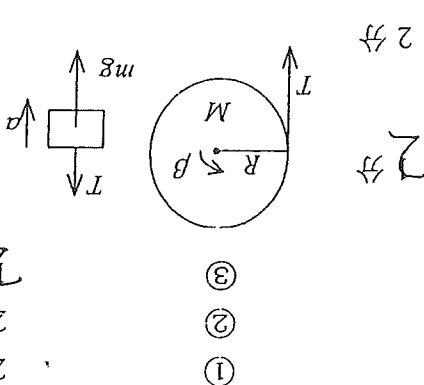
运动学关系: $a = R\beta$

将①、②、③式联立得

$$a = mg / (m + \frac{1}{2} M)$$

$$\therefore v_0 = 0,$$

$$\therefore v = at = mgl / (m + \frac{1}{2} M)$$



2分

2分

22. (本题 10分)(4117)
解: 由图可看出 $p_A V_A = p_B V_B$
从状态方程 $pV = \nu RT$ 可知 $T_A = T_B$
因此全过程 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 的 $\Delta E = 0$.
 $B \rightarrow C$ 过程是绝热过程, 有 $Q_{BC} = 0$.
 $A \rightarrow B$ 过程是等压过程, 有
 $Q_{AB} = \nu C_p (T_B - T_A) = \frac{5}{2} (p_B V_B - p_A V_A) = 14.9 \times 10^5 \text{ J}$
故全过程 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 的 $Q = Q_{BC} + Q_{AB} = 14.9 \times 10^5 \text{ J}$.
4分
根据热一律 $Q = W + \Delta E$, 得全过程 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 的
3分
 $W = Q - \Delta E = 14.9 \times 10^5 \text{ J}$.

考试方式: 闭卷

太原理工大学 大学物理 A(一) 试卷 A

适用专业: 10 级一二本 考试日期: 2011.7.15 时间: 120 分钟 共 8 页

题号	一	二	三	总分
得分				

一、选择题 (共 30 分) (将答案填在下面相应的空格内)

A 卷第一题	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
相应选择										

1. (本题 3 分)

在相对地面静止的坐标系内, A 、 B 二船都以 2 m/s 速率匀速行驶, A 船沿 x 轴正向, B 船沿 y 轴正向. 今在 A 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系(x 、 y 方向单位矢用 \vec{i} 、 \vec{j} 表示), 那么在 A 船上的坐标系中, B 船的速度 (以 m/s 为单位) 为

- (A) $2\vec{i} + 2\vec{j}$. (B) $-2\vec{i} + 2\vec{j}$.
(C) $-2\vec{i} - 2\vec{j}$. (D) $2\vec{i} - 2\vec{j}$.

2. (本题 3 分)

质量分别为 m_1 和 m_2 的两滑块 A 和 B 通过一轻弹簧水平连结后置于水平桌面上, 滑块与桌面间的摩擦系数均为 μ , 系统在水平拉力 F 作用下匀速运动, 如图所示. 如突然撤消拉力, 则刚撤消后瞬间, 二者的加速度 a_A 和 a_B 分别为

- (A) $a_A=0$, $a_B=0$. (B) $a_A>0$, $a_B<0$.
(C) $a_A<0$, $a_B>0$. (D) $a_A<0$, $a_B=0$.

3. (本题 3 分)

一个质点同时在几个力作用下的位移为:

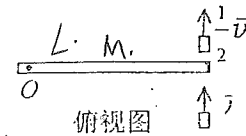
$$\Delta \vec{r} = 4\vec{i} - 5\vec{j} + 6\vec{k} \quad (\text{SI})$$

其中一个力为恒力 $\vec{F} = -3\vec{i} - 5\vec{j} + 9\vec{k} \quad (\text{SI})$, 则此力在该位移过程中所作的功为

- (A) -67 J . (B) 17 J .
(C) 67 J . (D) 91 J .

4. (本题 3 分)

如图所示, 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出并穿出棒的自由端, 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) $\frac{7mv}{4ML}$.

5. (本题 3 分)

两容器内分别盛有氢气和氦气, 若它们的温度和质量分别相等, 则:

- (A) 两种气体分子的平均平动动能相等. $pV = NkT$.
(B) 两种气体分子的平均动能相等. $\frac{3}{2}kT$.
(C) 两种气体分子的平均速率相等.
(D) 两种气体的内能相等.

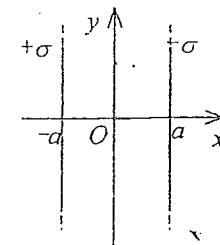
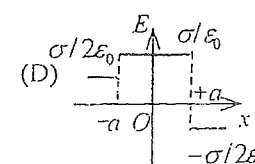
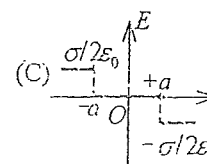
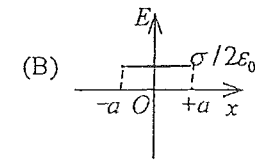
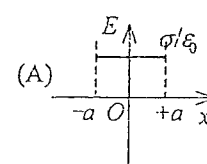
6. (本题 3 分)

一定量的某种理想气体起始温度为 T , 体积为 V , 该气体在下面循环过程中经过三个平衡过程: (1) 绝热膨胀到体积为 $2V$, (2) 等体变化使温度恢复为 T , (3) 等温压缩到原来体积 V , 则此整个循环过程中

- (A) 气体向外界放热. (B) 气体对外界作正功.
(C) 气体内能增加. (D) 气体内能减少.

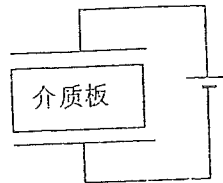
7. (本题 3 分)

电荷面密度分别为 $+\sigma$ 和 $-\sigma$ 的两块“无限大”均匀带电的平行平板, 如图放置, 则其周围空间各点电场强度随位置坐标 x 变化的关系曲线为: (设场强方向向右为正、向左为负)



8. (本题 3 分)

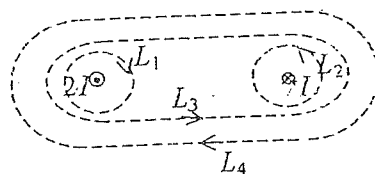
将一空气平行板电容器接到电源上充电到一定电压后，在保持与电源连接的情况下，把一块与极板面积相同的各向同性均匀电介质板平行地插入两极板之间，如图所示。介质板的插入及其所处位置的不同，对电容器储存电能的影响为：



- (A) 储能减少，但与介质板相对极板的位置无关。
(B) 储能减少，且与介质板相对极板的位置有关。
(C) 储能增加，但与介质板相对极板的位置无关。
(D) 储能增加，且与介质板相对极板的位置有关。

9. (本题 3 分)

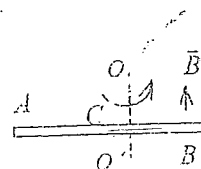
如图，流出纸面的电流为 $2I$ ，流进纸面的电流为 I ，则下述各式中哪一个是正确的？



- (A) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l} = 2I$ (B) $\oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l} = I$
(C) $\oint_{L_3} \vec{H} \cdot d\vec{l} = -I$ (D) $\oint_{L_4} \vec{H} \cdot d\vec{l} = -I$

10. (本题 3 分)

如图所示，导体棒 AB 在均匀磁场 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 ω 与 \vec{B} 同方向）， BC 的长度为棒长的 $\frac{1}{3}$ ，则



- (A) A 点比 B 点电势高 (B) A 点与 B 点电势相等
(C) A 点比 B 点电势低 (D) 有稳恒电流从 A 点流向 B 点

二、填空题（共 30 分）（将答案填在下面相应的横线上）

11. J
12. $\sqrt{2}mV$
13. $0.25kg \cdot m^2$
14. $1.09 kg \cdot m^3$
15. 1000
16. $\frac{Q_2 + Q_4}{\epsilon_0}$
17. 400
18. $\frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R}$
19. $BBLR$
20. $\frac{16\pi}{25} (1 - \frac{1}{\epsilon})$

11. (本题 3 分)

已知质点的运动学方程为 $\vec{r} = (5 + 2t - \frac{1}{2}t^2)\vec{i} + (4t + \frac{1}{3}t^3)\vec{j}$ (SI)

当 $t = 2s$ 时，加速度 a 的大小为 $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = (2-t)\vec{i} + (4+t^2)\vec{j}$
 $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = -\vec{i} + 2t\vec{j}$
 $|\vec{a}| = \sqrt{1+16} = \sqrt{17} m/s^2$

12. (本题 3 分)

一质量为 m 的物体，原来以速率 v 向北运动，它突然受到外力打击，变为向西运动，速率仍为 v ，则合外力的冲量大小为

13. (本题 3 分)

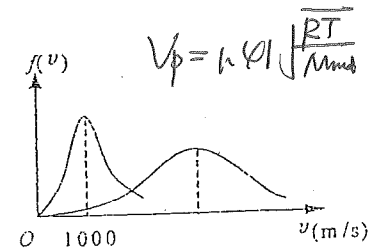
一个作定轴转动的物体，对转轴的转动惯量为 J ，正以角速度 $\omega = 10 rad \cdot s^{-1}$ 匀速转动。现对物体加一恒定制动力矩 $M = -0.5 N \cdot m$ ，经过时间 $t = 5.0 s$ 后，物体停止了转动。物体的转动惯量为 $0.25 kg \cdot m^2$

14. (本题 3 分)

若某种理想气体分子的方均根速率 $(\bar{v}^2)^{1/2} = 450 m/s$ ，气体压强为 $p = 7 \times 10^4 Pa$ ，则该气体的密度 ρ 为

15. (本题 3 分)

图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。则氢气分子的最概然速率为

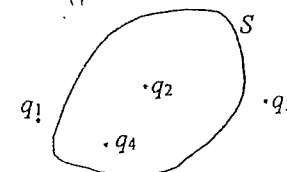


16. (本题 3 分)

一热机从温度为 $727^\circ C$ 的高温热源吸热，向温度为 $527^\circ C$ 的低温热源放热。若热机在最大效率下工作，且每一循环吸热 $2000 J$ ，则此热机每一循环作功

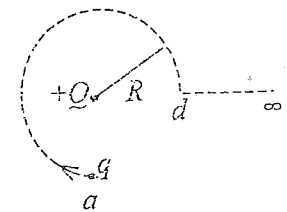
17. (本题 3 分) $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} =$

点电荷 q_1, q_2, q_3 和 q_4 在真空中的分布如图所示。图中 S 为闭合曲面，则通过该闭合曲面的电场强度通量



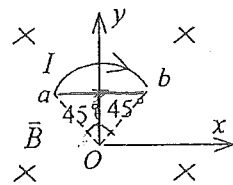
18. (本题 3 分)

如图所示，试验电荷 q ，在点电荷 $+Q$ 产生的电场中，沿半径为 R 的整个圆弧的 $3/4$ 圆弧轨道由 a 点移到无穷远处的过程中，电场力做功为



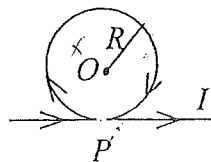
19. (本题 3 分)

如图,一根载流导线被弯成半径为 R 的 $1/4$ 圆弧,放在磁感强度为 B 的均匀磁场中,则载流导线 ab 所受磁场的作用力的大小为



20. (本题 3 分)

一根无限长直导线通有电流 I , 在 P 点处被弯成了一个半径为 R 的圆, 且 P 点处无交叉和接触, 则圆心 O 处的磁感强度大小为 $\frac{\mu_0 I}{2R} (1 - \frac{1}{\pi})$ 。

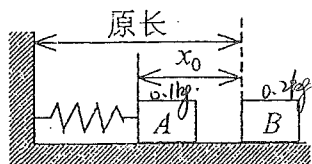


三、计算题 (共 40 分)

题号	21	22	23	24	总分
得分					

21. (本题 10 分)

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, 弹簧的劲度系数 $k = 90 \text{ N/m}$. 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 , 如图所示. 由静止释放物体 A 后, A 将与静止的物体 B 发生弹性碰撞. 求碰撞后 A 物体还能把弹簧压缩多大距离.



解: 压缩过程 $E_{pk} = \frac{1}{2} k x_0^2 = \frac{1}{2} \times 90 \times 0.1^2 = 0.45 \text{ J}$

能量守恒 $E_{pk} = \frac{1}{2} m_A v_A^2 \Rightarrow v_A = 3 \text{ m/s}$

碰撞. 动量守恒 $m_A v_A = m_A v_A' + m_B v_B'$
能量守恒 $\frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} m_A v_A'^2 + \frac{1}{2} m_B v_B'^2$
 $\Rightarrow v_A' = -3 \text{ m/s}$
 $v_B' = 3 \text{ m/s}$

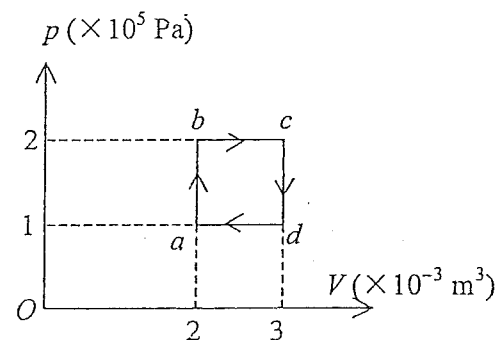
22. (本题 10 分)

如图所示, $abcd$ 为 1 mol 单原子分子理想气体的循环过程, 求:

(1) 气体循环一次, 在吸热过程中从外界共吸收的热量;

(2) 气体循环一次对外做的净功;

(3) 证明在 $abcd$ 四态, 气体的温度有 $T_a T_c = T_b T_d$.



(1) 解: 知吸热过程: ab, bc .

在 ab 过程. 等体变化.

$$Q_{ab} = C_{V,m} (T_b - T_a) = \frac{5}{2} R V (p_b - p_a) = \frac{5}{2} \times 2 \times 10^5 \times 10^{-3} = 500 \text{ J}$$

在 bc 过程. 等压变化.

$$Q_{bc} = C_{p,m} (T_c - T_b) = \frac{7}{2} R (p_c - p_b) V = \frac{7}{2} \times 10^5 \times (3-2) \times 10^{-3} = 350 \text{ J}$$

$$\text{故 } Q = Q_{ab} + Q_{bc} = 850 \text{ J}$$

$$(2) A = 10^3 \text{ m}^3 \times 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ J}$$

(3) 证明 $p_a = p_d, p_b = p_c, v_a = v_b, v_c = v_d$.

$$\text{故 } T_c T_a = \frac{p_c v_c}{R} \cdot \frac{p_a v_a}{R} = \frac{p_c p_a v_c v_a}{R^2} = \frac{p_b p_d v_b v_d}{R^2} = \frac{p_b v_b}{R} \cdot \frac{p_d v_d}{R} = T_b T_d$$

得证.

23. (本题 10 分)

电荷 q 均匀分布在长为 $2L$ 的细杆上, 求在杆外延长线上与杆端距离为 a 的 P 点的电势(设无穷远处为电势零点).

解: 设细杆最右端为原点, 建立坐标系.

取 dx , 则 $\lambda = \frac{dq}{dx} = \frac{q}{2L}$, $dq = \lambda dx = \frac{q}{2L} dx$.

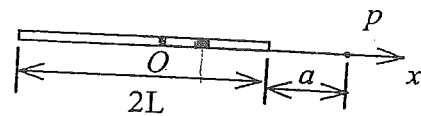
则 dx 在 P 点处的电势为

$$dV = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0(a+x)} = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 L(a+x)} dx.$$

(两边积分) 得:

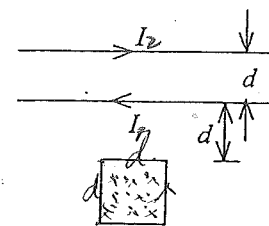
$$\int dV = \int_0^{2L} \frac{q}{8\pi\epsilon_0 L(a+x)} dx.$$

$$\text{即 } V = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 L} \int_0^{2L} \frac{1}{(a+x)} dx = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 L} \ln \frac{a+2L}{a}$$



24. (本题 10 分)

两根平行无限长直导线相距为 d , 载有大小相等方向相反的电流 I , 电流变化率 $dI/dt = \alpha > 0$. 一个边长为 d 的正方形线圈位于导线平面内与一根导线相距 d , 如图所示. 求线圈中的感应电动势 \mathcal{E} , 并说明线圈中的感应电流是顺时针还是逆时针方向.



解: 对 I_1 在线框作用.

$$\Phi_{m1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi} \int_d^{2d} \frac{1}{x} dx = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi} \ln 2.$$

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_{m1}}{dt} = - \frac{\mu_0 d \ln 2}{2\pi} \frac{dI_1}{dt} = - \frac{\mu_0 d \ln 2}{2\pi} \alpha.$$

对 I_2 在线框作用, 同理可得

$$\Phi_{m2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi} \int_{2d}^{3d} \frac{1}{x} dx = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi} \ln \frac{3}{2}.$$

$$\mathcal{E}_2 = - \frac{d\Phi_{m2}}{dt} = - \frac{\mu_0 d \ln \frac{3}{2}}{2\pi} \frac{dI_2}{dt} = - \frac{\mu_0 d \ln 2}{2\pi} \alpha.$$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_m}{dt} = - \frac{\mu_0 d \ln \frac{4}{3}}{2\pi} \frac{dI}{dt} = - \frac{\mu_0 d \ln \frac{4}{3}}{2\pi} \alpha.$$

电流为顺时针方向

一、二本 A 卷答案

一、选择题 (30 分)

A 卷	B	D	C	B	A	A	A	C	D	A
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

二、填空题 (共 30 分)

11. (本题 4 分)(0253)

$$2.24 \text{ m/s}^2$$

12. (本题 4 分)(0060)

$$\sqrt{2}mv$$

13. (本题 3 分)(0553)

$$0.25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

14. (本题 3 分)(4008)

$$1.04 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$$

15. (本题 4 分)(4560)

$$4000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

16. (本题 3 分)(4331)

$$400$$

17. (本题 4 分)(1499)

$$(q_2 + q_4)/\epsilon_0$$

18. (本题 4 分)

$$qQ/(4\pi\epsilon_0 R)$$

19. (本题 3 分)

$$\sqrt{2}BIR$$

20. (本题 3 分)

$$\frac{\mu_0 I}{2R} (1 - \frac{1}{\pi})$$

三 计算题 (共 38 分)

21. (本题 10 分)(0469)

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

$$\frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}m_A v^2 \quad (1) \quad 2 \text{ 分}$$

A 与 B 碰撞过程中以 A、B 为系统, 动量守恒, 机械能守恒

$$m_A v = m_A v'_A + m_B v'_B \quad (2) \quad 2 \text{ 分}$$

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

A 与 B 碰撞后, A 压缩弹簧; 机械能守恒

$$\frac{1}{2}m_A v'^2_A = \frac{1}{2}kx_0'^2 \quad (4) \quad 2 \text{ 分}$$

联立①、②、③、④并考虑到 $v'_A < 0$ 且 x_0' 为压缩量与 x_0 一样应取正值, 可求出

$$x_0' = \frac{(m_A - m_B)x_0}{m_A + m_B} = 0.033 \text{ m} \quad 2 \text{ 分}$$

23. (本题 8 分)(1597)

解: 设坐标原点位于杆中心 O 点, x 轴沿杆的方向,

如图所示. 细杆的电荷线密度 $\lambda = q/(2l)$, 在 x 处取

电荷元 $dq = \lambda dx = qdx/(2l)$ 2 分

它在 P 点产生的电势为

$$dU_P = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0(l+a-x)} = \frac{qdx}{8\pi\epsilon_0 l(l+a-x)} \quad 4 \text{ 分}$$

整个杆上电荷在 P 点产生的电势

$$U_P = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \int_{-l}^l \frac{dx}{(l+a-x)} = \frac{-q}{8\pi\epsilon_0 l} \ln(l+a-x) \Big|_{-l}^l = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \ln\left(1 + \frac{2l}{a}\right)$$

$$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0(l-x+a)^2}$$

$$V = \int \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int \frac{qdx}{8\pi\epsilon_0 l(l-x+a)^2} d$$

$$= -\frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \ln\left(\frac{a}{2l+a}\right)$$

24. (本题 10 分)(2737)

解: (1) 载流为 I 的无限长直导线在与其相距为 r 处产生的磁感强度为:

$$B = \mu_0 I/(2\pi r) \quad 2 \text{ 分}$$

以顺时针绕向为线圈回路的正方向, 与线圈相距较远的导线在线圈中产生的磁通

量为:

$$\Phi_1 = \int_{2d}^{3d} d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 Id}{2\pi} \ln \frac{3}{2}$$

与线圈相距较近的导线对线圈的磁通量为:

$$\Phi_2 = \int_d^{2d} d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = -\frac{\mu_0 Id}{2\pi} \ln 2$$

总磁通量

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = -\frac{\mu_0 Id}{2\pi} \ln \frac{4}{3} \quad 4 \text{ 分}$$

感应电动势为:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} \left(\ln \frac{4}{3}\right) \frac{dI}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} \alpha \ln \frac{4}{3} \quad 2 \text{ 分}$$

由 $\mathcal{E} > 0$ 和回路正方向为顺时针, 所以 \mathcal{E} 的绕向为顺时针方向, 线圈中的感应电流

亦是顺时针方向. 2 分

22. (本题 10 分)(4110)

解: (1) 过程 ab 与 bc 为吸热过程,

吸热总和为

$$Q_1 = C_V(T_b - T_a) + C_P(T_c - T_b)$$

$$= \frac{3}{2}(p_b V_b - p_a V_a) + \frac{5}{2}(p_c V_c - p_b V_b)$$

$$= 800 \text{ J} \quad 4 \text{ 分}$$

(2) 循环过程对外所作总功为图中矩形面积

$$W = p_b(V_c - V_b) - p_a(V_d - V_a) = 100 \text{ J} \quad 2 \text{ 分}$$

(3) $T_a = p_a V_a/R$, $T_c = p_c V_c/R$, $T_b = p_b V_b/R$, $T_d = p_d V_d/R$,

$$T_a T_c = (p_a V_a p_c V_c)/R^2 = (12 \times 10^4)/R^2$$

$$T_b T_d = (p_b V_b p_d V_d)/R^2 = (12 \times 10^4)/R^2$$

$$T_a T_c = T_b T_d \quad 4 \text{ 分}$$