

中山大学本科生期末考试

考试科目：《大学物理》（A 卷）

学年学期：2016-2017 学年第 2

学院/系：学院

考试方式：闭卷

考试时长：120 分钟

任课老师：

姓名：_____

学号：_____

年级专业：_____

班别：_____

警示

《中山大学授予学士学位工作细则》第八条：“考试作弊者，不授予学士学位。”

-----以下为试题区域，共 3 道大题，总分 100 分，考生请在答题纸上作答-----

一、选择题（共 15 小题，每小题 3 分，共 45 分）

1. 一运动质点在时刻 t 位于矢径 $\vec{r}(x, y)$ 的末端处，其速度为 []

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

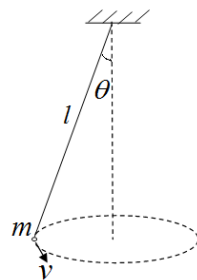
2. 下列运动中， a 保持不变的是 []

- (A) 单摆的摆动; (B) 游乐场过山车在轨道上的运动;
(C) 行星的椭圆轨道运动; (D) 忽略空气阻力的抛体运动.

3. 一质点做半径为 R 的圆周运动，其路程 $s = v_0 t + at^2$ ，其中 v_0 、 a 均为正的常量，则 t 时刻质点的加速度大小为 []

(A) $2a$; (B) $\sqrt{4a^2 + \frac{(v_0 + 2at)^4}{R^2}}$; (C) $\frac{v_0^2}{R}$; (D) $\frac{(v_0 + 2at)^2}{R}$.

4. 如图，用长 l 的细线系住质量为 m 的小球。让细线与竖直方向的夹角为 θ ，使小球在水平面内均匀转动，则小球的转动周期为 []



题 4 图

(A) $\sqrt{\frac{l}{g}}$; (B) $\sqrt{\frac{l \cos \theta}{g}}$; (C) $2\pi \sqrt{\frac{l \cos \theta}{g}}$; (D) $2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

5. 三艘质量均为 M 的小船以相同的速度 v 鱼贯而行, 如果从中间那艘船上同时以相对于船的速度 u 把两个质量均为 m 的物体分别抛到前后两艘船上, 速度 u 的方向与速度 v 在同一直线上, 则中间船的速度为 []

(A) v ; (B) $\frac{M-2m}{M}v$; (C) $\frac{M+2m}{M}v$; (D) $\frac{M}{2m}v$.

6. 如图 2, 质量为 m 的小球用细绳系住, 以速率 v 在水平面上做半径为 R 的圆周运动, 当小球运动半个圆周时, 重力冲量的大小为 []

(A) $2mv$; (B) $\frac{\pi mgR}{v}$; (C) 0 ; (D) $\sqrt{(2mv)^2 + \left(\frac{\pi mgR}{v}\right)^2}$.

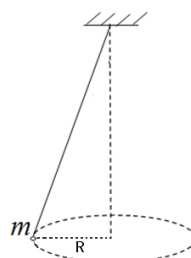


图 2

7. 在一密闭容器中, 储有 A、B、C 三种理想气体, 处于平衡状态. A 种气体的分子数密度为 n_1 , 它产生的压强为 p_1 , B 种气体的分子数密度为 $2n_1$, C 种气体的分子数密度为 $3n_1$, 则混合气体的压强 p 为 []

(A) $3p_1$. (B) $4p_1$. (C) $5p_1$. (D) $6p_1$.

8. 麦克斯韦速率分布曲线如图所示, 图 3 中 A、B 两部分面积相等, 则该图表示 []

- (A) v_0 为最概然速率.
(B) v_0 为平均速率.
(C) v_0 为方均根速率.
(D) 速率大于和小于 v_0 的分子数各占一半.

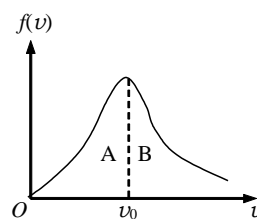


图 3

9. 如图 4 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.

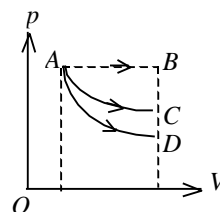


图 4

10、质量一定的理想气体，从相同状态出发，分别经历等温过程、等压过程和绝热过程，使其体积增加一倍。那么气体温度的改变(绝对值)在 []

- (A) 绝热过程中最大，等压过程中最小。 (B) 绝热过程中最大，等温过程中最小。
(C) 等压过程中最大，绝热过程中最小。 (D) 等压过程中最大，等温过程中最小。

11、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 []

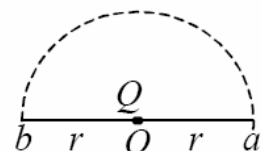
- (A) 气体向外界放热 (B) 气体对外界作正功
(C) 气体内能增加 (D) 气体内能减少

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

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

13、真空中有一点电荷 Q ，在与它相距为 r 的 a 点处有一试验电荷 q 。现使试验电荷 q 从 a 点沿半圆弧轨道运动到 b 点，如图所示。则电场力对 q 做功为 []

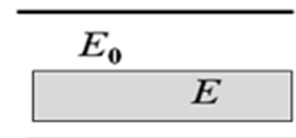
- (A) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{\pi r^2}{2}$; (B) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} 2r$; (C) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \pi r$; (D) 0



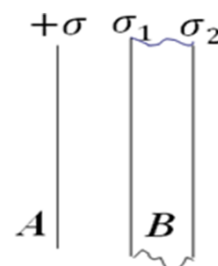
14. 一空气平板电容器，充电后两极板上带有等量异号电荷，现在两极板间平行插入一块电介质板，如图示，则电介质中的场强 E 与空气部分中的场强 E_0 相比较有：

[]

- (A) $E > E_0$ ，两者方向相同 (B) $E = E_0$ ，两者方向相同
(C) $E < E_0$ ，两者方向相同 (D) $E < E_0$ ，两者方向相反



15. 一无限大均匀带电平面 A ，其附近放一与它平行的有一定厚度的无限大导体板 B ，如图示，已知 A 上的电荷面密度为 $+\sigma$ ，则在导体板 B 的两个表面 1 和 2 上的感生电



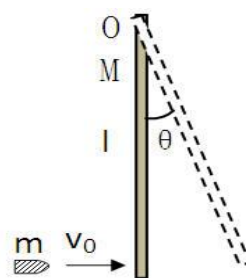
荷面密度为:

(A) $\sigma_1 = -\sigma, \sigma_2 = +\sigma$ (B) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma, \sigma_2 = +\frac{1}{2}\sigma$

(C) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma, \sigma_2 = -\frac{1}{2}\sigma$ (D) $\sigma_1 = -\sigma, \sigma_2 = 0$

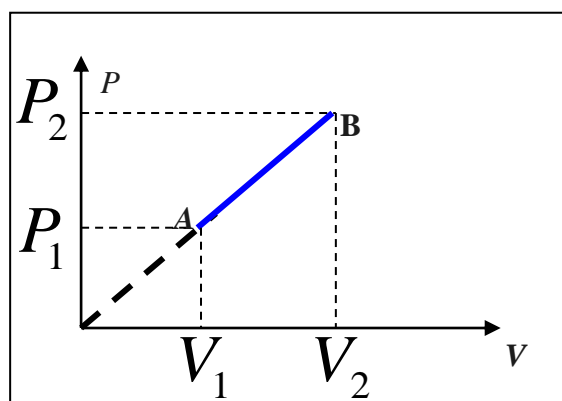
二、填空题（共 5 小题，每小题 3 分，共 15 分）

1. 如图，质量为 M ，长为 L 的直杆，可绕水平轴 O 无摩擦的转动。今有一质量为 m 的子弹沿水平方向飞来，恰好射入杆的下端，若直杆（连同射入的子弹）的最大摆角为 $\theta = 60^\circ$ ，则子弹的速率 $v_0 =$ _____.

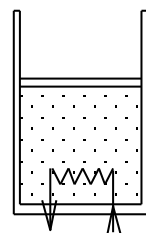


2. 静水中停泊着两只质量均为 m 的小船。左边小船上站着一个质量为 m_0 的人，该人以水平速度 v （对地）跳到右边小船上，然后又以同样的速率 v （对地）水平向左跳回左边小船上，则此时左船的速度为____，右船的速度____。（取水平向右的方向为正）

3. 1 mol 双原子理想气体，从状态 $A(P_1, V_1)$ 沿 P - V 图所示直线变到状态 $B(P_2, V_2)$ ，则气体内能的增量为____，气体对外界所作的功为____，气体吸收的热量为_____



4. 在大气中有一绝热气缸，其中装有一定量的理想气体，然后用电炉徐徐供热(如图所示)，使活塞(无摩擦地)缓慢上升。在此过程中，以下物理量将如何变化？(选用“变大”、“变小”、“不变”填空)

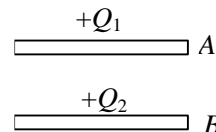


(1) 气体压强_____;

(2) 气体分子平均动能_____;

(3) 气体内能_____.

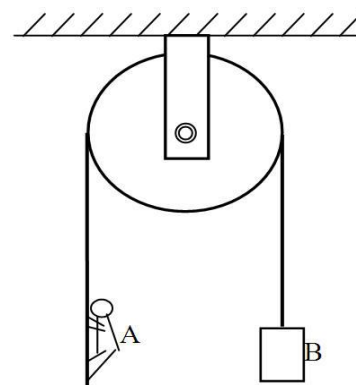
5、 A 、 B 为两导体大平板，面积均为 S ，平行放置，如图所示。 A 板带电荷 $+Q_1$ ， B 板带电荷 $+Q_2$ ，如果使 B 板接地，则 AB 间电场强度的大小 E 为：_____



三、计算题（共 5 小题，每小题 8 分，共 40 分）

1. 列车以 $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的速度匀速直线前进，乘客以 45° 仰角向空中投出小球，站在地面上的观察者看到小球沿竖直方向升起。求小球上升的高度。

2. 一轻绳绕过一定滑轮，滑轮轴光滑，滑轮的质量为 $m/4$ ，均匀分布在其边缘上。绳子的一段有一个质量为 m 的人 A 抓住了绳端，而在绳的另一端系了一个质量为 $m/2$ 的重物 B ，如图。设人从静止开始相对于绳以匀速向上爬时，绳与滑轮间无相对滑动，求重物 B 上升的加速度。（7 分）

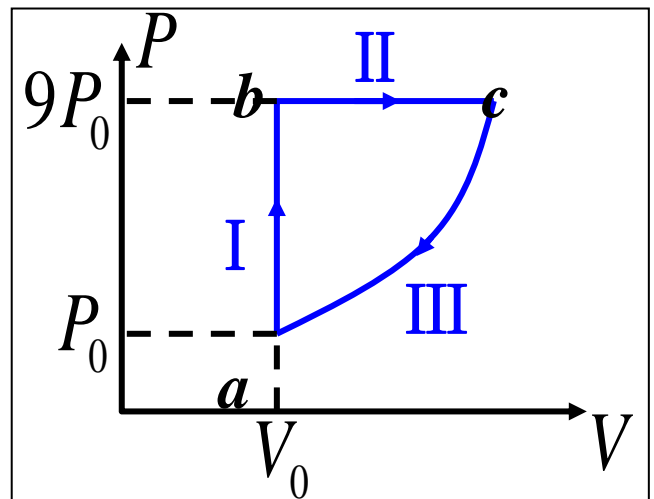


3、1mol 单原子理想气体，初始压强为 10^5Pa ，体积为 1 L，将此气体在等压条件下加热，直至体积增大 1 倍，然后再在等容条件下加热，至其压强增加 1 倍，最后再作绝热膨胀，使其温度降为起始温度。将上述过程在 P - V 图上表示出来，并求其内能的改变量和对外所作的功。

4、1mol 单原子分子的理想气体，经历如图所示的可逆循环，连接 ac 两点的曲线 III 的方程为 $p = (V/V_0)^2 p_0$ ， a 点的温度为 T_0 。

(1) 试以 T_0 、 R 表示 I、II、III 过程中气体吸收的热量。

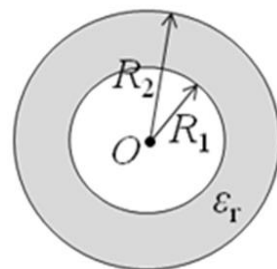
(2) 求此循环的效率。



5. 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电容率为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质，设两球壳间电势差为 U ，求：

(1) 电容器电容；

(2) 电容器储存的能量。



答案:

一、选择题:

CDBCA BDDAD 11A12C13D14C15B

填空题:

$$1, v_0 = \frac{\sqrt{6(M+2m)(M+3m)gl}}{6m}$$

$$2, -\frac{2m_0v}{m+m_0} \quad \frac{2m_0v}{m}$$

$$3, = \frac{5}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)W = \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = 3(p_2V_2 - p_1V_1)$$

4, (1) 不变, (2) 变大, (3) 变大;

$$5, \frac{Q_1}{\epsilon_0 S}$$

1. 解: 解: 车相对于地面以 $20m \cdot s^{-1}$ 的速度前进, 而地上观察小球竖直方向升起, 故乘客是沿列车前进的后上方掷出小球, 其沿列车行进方向的初速度大小为 $v_{0x} = 20m \cdot s^{-1}$, 方向为列车行进方向的反方向。

又因为由题知, $\left| \frac{v_{0y}}{v_{0x}} \right| = \tan 45^\circ$, 故竖直方向小球的初始速度 $v_{0y} = v_{0x} \tan 45^\circ = 20$,

所以小球上升的高度是: $y_{\max} = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \times 9.8} = 20.4 \text{ (m)}.$

2. 解: 设人的加速度大小为 α , 方向向下, 重物的加速度 α 方向向上。设定滑轮的半径为 R , 以逆时针为转动的正方向, 角加速度为 β 。两边轻绳的拉力分别为 F_1 和 F_2 。分别做人和重物的受力、滑轮受力矩的图。对人、重物和滑轮分别有:

$$mg - F_1 = m\alpha$$

$$F_2 - mg/2 = (m/2) \alpha$$

$$RF_1 - RF_2 = J\beta$$

$$\alpha = R\beta$$

$$\text{解得 } \alpha = (2/7)g$$

例11

已知: $i = 3$

(2) 求 $\Delta E, W$

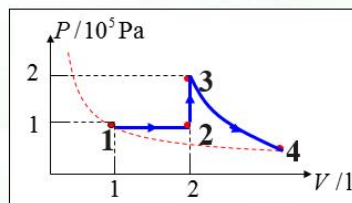
解: (2) $\Delta E = 0$

$$W = W_{12} + W_{34}$$

其中: $W_{12} = p_1(V_2 - V_1) = 100\text{J}$

$$\begin{aligned} W_{34} &= -\Delta E_{34} = -\nu C_V(T_4 - T_3) = -\nu \cdot \frac{3}{2} R(T_1 - T_3) \\ &= -\frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_3 V_3) = 450\text{J} \end{aligned}$$

$$W = W_{12} + W_{34} = 550\text{J}$$



$$T_4 = T_1$$

$$C_V = \frac{3}{2}R$$

3

2017/6/22

44

热学习题课

$W_{\text{III}} = \int_{V_c}^{V_a} p dV = \int_{V_c}^{V_a} \frac{p_0}{V^2} V^2 dV$

$= \frac{p_0}{3V_0^2} (V_a^3 - V_c^3) = -\frac{26}{3} p_0 V_0 = -\frac{26}{3} RT_0$

$Q_{\text{III}} = W_{\text{III}} + \Delta E_{\text{III}} = -\frac{143}{3} RT_0$

解: (1) 过程 I:

$Q_I = \nu C_V(T_b - T_a) = \nu \cdot \frac{3}{2} R(T_b - T_a)$

$= \frac{3}{2} V_b(p_b - p_a) = 12 p_0 V_0 = 12 RT_0$

过程 II: $Q_{\text{II}} = \nu C_p(T_c - T_b) = \nu \cdot \frac{5}{2} R(T_c - T_b)$

$= \frac{5}{2} p_b(V_c - V_b) = 45 p_0 V_0 = 45 RT_0$

过程 III: $\Delta E_{\text{III}} = \nu C_V(T_a - T_c) = \nu \cdot \frac{3}{2} R(T_a - T_c)$

$= \frac{3}{2} (p_a V_a - p_c V_c) = -39 p_0 V_0 = -39 RT_0$

(2) $Q_1 = Q_I + Q_{\text{II}} = 57 RT_0$

$Q_2 = Q_{\text{III}} = -\frac{143}{3} RT_0$

$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1} = 16.4\%$

$V_c = V_0 \sqrt{\frac{p_c}{p_0}} = 3V_0$

$p = \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 p_0$

160、

解: 设长直导线与矩形线圈左侧边之间的距离为 r_1

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_{r_1}^{b+r_1} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{b}{r_1}\right)$$

$$M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{b}{r_1}\right)$$

将已知条件代入得：

$$1 + b/r_1 = e$$

\therefore

$$r_1 = b/(e-1)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow vB_1 l - vB_2 l &= \frac{\mu_0 I v l}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \\ &= \frac{\mu_0 I v l b}{2\pi r_1 (r_1 + b)} = \frac{\mu_0 I (e-1)^2 v l}{2\pi e b} \end{aligned}$$