

二〇二二~二〇二三学年 第二学期 《大学物理 I (1)、IA (1)》

## 考试试题

考试日期: 2023年6月28日      试卷类型: B      试卷代号:

班号		学号		姓名	
题号	一	二	三	总分	
得分					

本题分数	30
得分	

### 一、选择题 (每小题3分)

1、以下几种说法, 哪些是正确的?

- (A) 质点作圆周运动, 它的加速度一定与速度垂直;
- (B) 质点作任意曲线运动, 它的加速度一定与速度不垂直;
- (C) 质点作任意曲线运动, 若某一时刻法向加速度为零, 则切向加速度也为零;
- (D) 质点运动时, 其切向加速度和法向加速度始终为零, 则该质点必定作匀速直线运动。

2、关于力矩有以下几种说法:

- (1) 内力矩不会改变刚体对某个定轴的角动量;
- (2) 作用力和反作用力对同一轴的力矩之和必为零;
- (3) 质量相等形状和大小不同的两个刚体, 在相同力矩作用下, 它们的角加速度一定相等。

在上述说法中:

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

3、对于同时性, 下列说法哪一个是正确的:

- (A) 对某观察者来说发生在同一地点, 同一时刻的两事件, 对其它一切观察者来说两事件发生在不同地点、不同时刻;

- (B) 有两事件，在某惯性系发生于同一时刻、不同地点，他们在任何其它惯性系中也是发生于同一时刻、不同地点；
- (C) 有两事件，在某惯性系发生于同一时刻、不同地点，他们在任何其它相对运动的惯性系中是发生于不同时刻、不同地点。
- (D) 有两事件，在某惯性系发生于同一时刻、不同地点，他们在任何其它惯性系中是发生于不同时刻、同一地点。

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  $\rho$ ，分别有如下关系：

- (A)  $n$  不同， $(E_K/V)$  不同， $\rho$  不同；
- (B)  $n$  不同， $(E_K/V)$  不同， $\rho$  相同；
- (C)  $n$  相同， $(E_K/V)$  相同， $\rho$  不同；
- (D)  $n$  相同， $(E_K/V)$  相同， $\rho$  相同。

Handwritten notes and equations:

$$\frac{p}{\rho} = n k T$$

$$p = n m \bar{v}^2$$

$$p V = n R T$$

5、一容器内装有  $N_1$  个单原子理想气体分子和  $N_2$  个刚性双原子理想气体分子，当该系统处在温度为  $T$  的平衡态时，其内能为

- (A)  $(N_1 + N_2) \left( \frac{3}{2} kT + \frac{5}{2} kT \right)$ ;
- (B)  $\frac{1}{2} (N_1 + N_2) \left( \frac{3}{2} kT + \frac{5}{2} kT \right)$ ;
- (C)  $N_1 \frac{3}{2} kT + N_2 \frac{5}{2} kT$ ;
- (D)  $N_1 \frac{5}{2} kT + N_2 \frac{3}{2} kT$ .

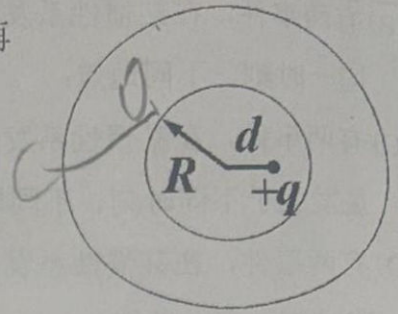
6、一理想气体系统从外界吸收一定的热量，则

- (A) 系统的内能一定增加；
- (B) 系统的内能一定减少；
- (C) 系统的内能一定保持不变；
- (D) 系统的内能可能增加，也可能减少或保持不变。

(共 6 页)

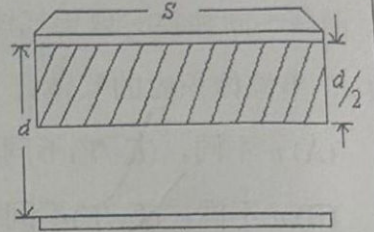
7. 如图所示, 一个未带电的空腔导体球壳, 内半径为  $R$ , 在腔内离球心的距离为  $d$  处 ( $d < R$ ) 固定一点电荷  $+q$ , 用导线把球壳接地后, 再把地线撤去, 选无穷远处为零电势点, 则球心处的电势为

- (A)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{d} - \frac{1}{R} \right)$ ; (B)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d}$ ;  
 (C)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$ ; (D) 0.



8. 如图平行板电容器的极板面积为  $S$ , 间距为  $d$ , 对此电容器充电之后, 拆去电源, 再插入相对介电常数为  $\epsilon_r$ , 厚度为  $d/2$  的均匀电介质板, 设插入介质前, 两极板间的电场为  $E_0$ , 插入介质后, 介质内、外的电场分别为  $E_1$  和  $E_2$ , 则:  $E_1/E_0$ ,  $E_2/E_0$  分别为

- (A) 1, 1; (B)  $\frac{1}{\epsilon_r}$ , 1;  
 (C)  $\frac{1}{\epsilon_r}$ ,  $\frac{1}{\epsilon_r}$ ; (D) 1,  $\frac{1}{\epsilon_r}$ .

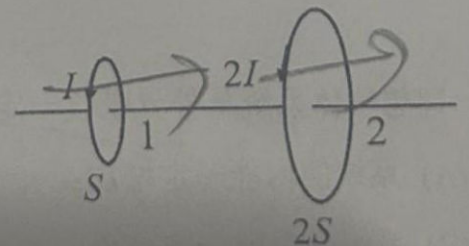


9. 一个电流元  $I d\vec{l}$  位于直角坐标系原点, 电流沿  $z$  轴的正方向, 点  $P(x, y, z)$  的磁感应强度沿  $x$  轴的分量是:

- (A) 0;  
 (B)  $-(\mu_0/4\pi) I y dl / (x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}$ ;  
 (C)  $-(\mu_0/4\pi) I x dl / (x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}$ ;  
 (D)  $-(\mu_0/4\pi) I y dl / (x^2 + y^2 + z^2)$ .

10. 面积为  $S$  和  $2S$  的两圆线圈 1、2 如图放置, 线圈 1 中通有电流  $I$ , 线圈 2 中通有电流  $2I$ . 线圈 1 的电流所产生的通过线圈 2 的磁通量用  $\Phi_{21}$  表示, 线圈 2 的电流所产生的通过线圈 1 的磁通量用  $\Phi_{12}$  表示, 则  $\Phi_{21}$  和  $\Phi_{12}$  的大小关系为

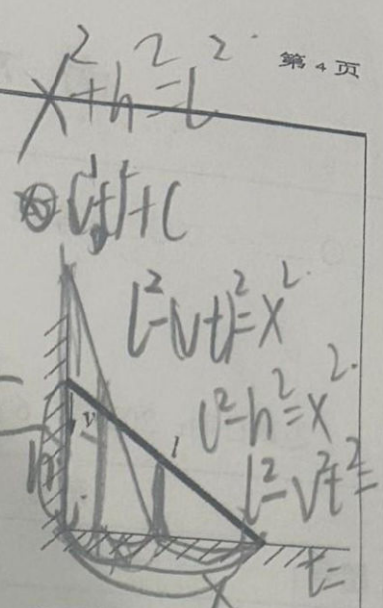
- (A)  $\Phi_{21} = 2\Phi_{12}$ ; (B)  $\Phi_{21} = \frac{1}{2}\Phi_{12}$ ;  
 (C)  $\Phi_{21} = \Phi_{12}$ ; (D)  $\Phi_{21} > \Phi_{12}$ .



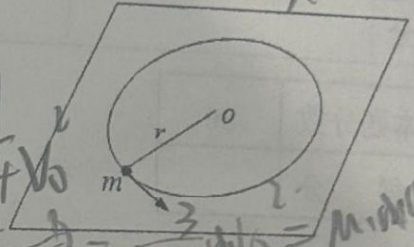
本题分数	33
得分	

### 二 填空题 (每空3分)

11. 一靠在墙上的梯子长为  $l$ ，其上端以速率  $v$  沿墙下滑，当上端离地面高度为  $h$  时，其下端沿地面滑动的速率为 \_\_\_\_\_。



12. 如图所示，细绳的一端固定，另一端系有一质量为  $m$  的质点，在粗糙水平面上作半径为  $r$  的圆周运动，设质点的初速度为  $v_0$ ，当它运动一周时速率为  $v_0/2$ ，则滑动摩擦系数  $\mu =$  \_\_\_\_\_。



Handwritten work for Q12:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m \cdot \frac{1}{4}v_0^2 = \mu m g \cdot 2\pi r$$

$$\Rightarrow \frac{3}{8}mv_0^2 = 2\pi r \mu m g$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{3v_0^2}{16\pi r g}$$

13. 一长为  $l$  质量为  $m$  的均匀细棒，其一端有一固定的光滑水平轴，因而可在竖直平面内转动。最初棒静止在水平位置，则它由此下摆  $\theta$  角时，另一个端点的切向加速度  $a_t =$  \_\_\_\_\_。

Handwritten work for Q13:

$$m g \cdot \frac{l}{2} \sin \theta = I \alpha$$

$$\frac{3}{8} m g l \sin \theta = \frac{1}{3} m l^2 \alpha$$

$$\alpha = \frac{9}{8} \frac{g \sin \theta}{l}$$

$$a_t = l \alpha = \frac{9}{8} g \sin \theta$$

14. 地面上观测到在同一直线上沿相反方向以相同速率  $v$  飞行的飞船 A 和 B，飞船 A 中的观察者测得相对其静止的中子的寿命为  $\tau_0$ ，飞船 B 中的观察者测得此中子的寿命为 \_\_\_\_\_。

15. 设理想气体分子为刚性分子，则当温度为  $T$  时，1 摩尔氧气分子的转动动能总和为 \_\_\_\_\_。

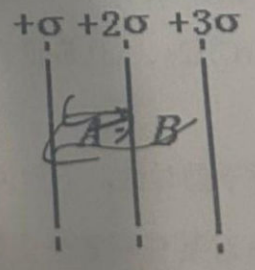
Handwritten work for Q15:

$$n \bar{\epsilon}_k = n \cdot \frac{1}{2} k T \cdot 2 = n k T$$

$$= \frac{5}{2} R T$$

16. 已知  $f(v)$  为麦克斯韦速率分布函数，则对某理想气体系统：速率  $v > 100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  的分子数占总分子数的百分比的表达式为 \_\_\_\_\_。

17. 三个平行的无限大均匀带电平面，其电荷面密度分别为  $+\sigma$ 、 $+2\sigma$  和  $+3\sigma$ ，则图中 A 区域中的电场强度  $E_A$  的大小 \_\_\_\_\_。



Handwritten work for Q17:

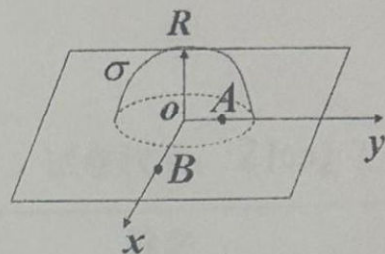
$$E_A = \frac{\sigma}{\epsilon_0} + \frac{2\sigma}{\epsilon_0} = \frac{3\sigma}{\epsilon_0}$$

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

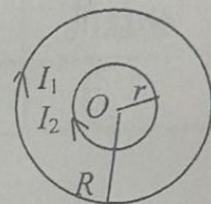
(共 6 页)

18、在点电荷  $+q$  的电场中，放金属导体球，球心到点电荷的距离为  $r$ ，则导体球上感应电荷在球心处产生的电场强度  $\bar{E} =$  \_\_\_\_\_。(设  $\bar{r}$  的方向由点电荷指向导体球的球心)

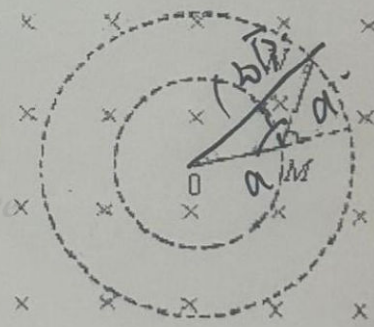
19、在  $xoy$  面上倒扣着的半径为  $R$  的半球面上电荷均匀分布，面电荷密度为  $\sigma$ ，A 点的坐标为  $(0, R/2)$ ，B 点的坐标为  $(3R/2, 0)$ ，则 A、B 两点间的电势差  $\Delta U_{AB} =$  \_\_\_\_\_。



20、两个同心圆线圈，大圆半径为  $R$ ，通有电流  $I_1$ ；小圆半径为  $r$ ，通有电流  $I_2$ ，方向如图。若  $r \ll R$  (大线圈在小线圈处产生的磁场近似为均匀磁场)，当它们处在同一平面内时小线圈所受磁力矩的大小为 \_\_\_\_\_。



21、如图所示，在磁感应强度大小为  $B$  的均匀磁场中，导线  $OM=MN=a$ ， $OM$  与  $MN$  的夹角为  $120^\circ$ ， $OMN$  整体可以绕  $O$  点在垂直于磁场的平面内逆时针转动，转动角速度为  $\omega$ ，则  $ON$  间的电动势大小为 \_\_\_\_\_。



$\frac{1}{2} \omega a^2 B$   
 $\omega b = v$

本题分数	37
得分	

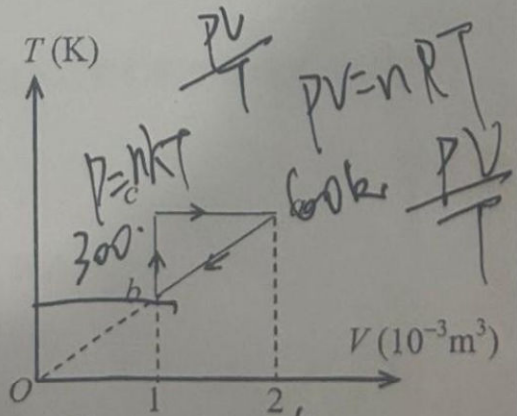
### 三、计算题

22、(本题 8 分)(普适气体常量  $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

1 mol 单原子分子理想气体的循环过程如  $T-V$  图所示，其中  $c$  点的温度为  $T_c=600 \text{ K}$ ， $ca$  平行于  $V$  轴， $bc$  垂直于  $V$  轴， $ab$  延长线过原点，试求：

- (1)  $ab$ 、 $bc$ 、 $ca$  各个过程系统吸收的热量；
- (2) 经一循环过程系统所作的净功；
- (3) 循环的效率。

( $\ln 2=0.693$ )



$p = nkT$   
 $Q = \int A \cdot E$   
 $Q = E + A$   
 $= 2.493 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-3} - \frac{1}{2} RT$   
 $2.493 \times 10^3 \text{ J}$   
 $\frac{2.493 \times 10^3}{2}$   
 $\frac{2.493 \times 10^3}{2}$   
 $Q =$

23. (本题10分)

半径为  $R$  的均匀带电球体，带电量为  $+Q$ ，球体内开一个细通道（设开通通道后，原电场分布不发生改变）。在球体外离球心  $r$  的  $P$  处有一带电量为  $+q$  的点电荷沿通道朝球心运动，试计算点电荷至少要有多大的初动能才能到达球心。

Handwritten notes for problem 23:

$$E \cdot 4\pi r^2 = \int_0^R \frac{Q}{4\pi r^2} \cdot dv$$

$$E = \frac{Q}{4\pi R^3} \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$E = \frac{Q}{4\pi R^3} \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$$

Other notes:  $U_a$ ,  $q \cdot \Delta V$ ,  $\frac{d\Phi}{dt}$ ,  $B \cdot S$ ,  $E = \frac{d\Phi}{dt}$

24. (本题9分)

如图所示的导体圆管，内、外半径分别为  $a$  和  $b$ ，导体内载有电流  $I$ ，设电流  $I$  均匀分布在导体圆管的横截面上，求：(1) 圆管内、外的磁感应强度的分布；(2) 通过每米导体圆管  $S$  平面内（阴影部分）的磁通量。

Handwritten notes for problem 24:

$$B \cdot \int_0^a$$

Other notes:  $\frac{I \cdot a^2}{2a}$ ,  $B \cdot S$ ,  $KT$

25. (本题10分)

如图所示，半径为  $a$  的长直螺线管中，有  $\frac{dB}{dt} > 0$  的磁场，一直导线弯成等腰梯形的闭合回路  $ABCD$ ，总电阻为  $R$ ，上底为  $a$ ，下底为  $2a$ ， $AB$ 、 $CD$  两边的延长线交于螺线管的轴线上  $O$  点，平面  $ABCD$  与磁场方向垂直。

求：(1)  $AD$  段、 $BC$  段和闭合回路中的感应电动势；(2)  $B$ 、 $C$  两点间的电势差  $U_B - U_C$ 。

Handwritten notes for problem 25:

$$3 + 2 = 5$$

$$\frac{1}{2} \pi a^2 \cdot \frac{dB}{dt} \cdot \frac{a}{2}$$

$$= \frac{1}{4} \pi a^2 \cdot \frac{dB}{dt} \cdot a$$

$$= \frac{1}{4} \pi a^3 \cdot \frac{dB}{dt}$$

## 选择题:

1. D    2. B    3. C    4. C    5. C    6. D  
7. A    8. B    9. B    10. B

## 填空题

1.  $\frac{h\nu}{\sqrt{1-\beta^2}h}$     2.  $\frac{3V_0^2}{16\pi gr}$     3.  $\frac{3}{2}g\cos\theta$   
4.  $\frac{1+\nu^2/c^2}{1-\nu^2/c^2}T_0$     5.  $RT$     6.  $\int_{100}^{\infty} f(v)dv$   
7.  $\frac{26}{\epsilon_0}$     8.  $-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^3} \vec{r}$     9.  $\frac{6R}{6\epsilon_0}$   
10. D    11.  $\frac{3}{2}Bwa^2$

1. 解:

(1) a → b: 等压过程

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{T_a}{T_b} \Rightarrow T_b = \frac{V_b}{V_a} T_a = \frac{1}{2} \times 600 = 300 \text{ K}$$

b → c: 等容过程

$$W_2 = 0 \quad Q_V = \Delta E = C_V \Delta T = \frac{3}{2} \times 8.31 \times 300 = 3739.5 \text{ J}$$

c → a: 等温过程

$$\Delta E_3 = 0 \quad Q_3 = R T_a \ln \frac{V_a}{V_c} = \ln 2 R T_a = 3455.3 \text{ J}$$

$$Q_P = -C_Q \Delta T = -\frac{5}{2} \times 8.31 \times 300 = -6232.5 \text{ J}$$

$$(2) W = Q_3 + Q_V + Q_P = 963 \text{ J}$$

$$(3) \eta = \frac{W}{Q_V + Q_3} = \frac{963}{3739.5 + 3455.3} = 13.4\%$$



2.

解:

根据高斯定理

球内电场强度  $E_1$ :

$$E_1 = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3} \quad (r < R)$$

球外电场强度  $E_2$ :

$$E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (r > R)$$

球心 O 点电势:

$$V_0 = \int_0^R E_1 dr + \int_R^\infty E_2 dr$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^3} \int_0^R r dr + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \int_R^\infty \frac{1}{r^2} dr$$

$$= \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R}$$

球外距球心  $r$  处电势  $V_r$ :

$$V_r = \int_r^\infty E_2 dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$A = qV_r - qV_0$$

$$E = -A = qV_0 - qV_r$$

$$= \frac{qQ}{8\pi\epsilon_0 Rr} (3r - 2R)$$

3. 解:

4) 磁场分布为以环轴为圆心的圆  
由安培环路定律:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot 2\pi r = \mu_0 N I$$

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

本资源免费共享收集网站 nuaa.store

$$B = 0$$

管外:  $B \cdot 2\pi r = 0$

(2) 在横截面上取一宽度为  $dr$  长条面元

$$d\phi_m = \vec{B} \cdot d\vec{S} = B dS = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r} b dr$$

$$\phi_m = \frac{\mu_0 N I b}{2\pi} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 N I b}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

4. 解:

(1) 径向上电动势为0, 即  $\varepsilon_{ad} = \varepsilon_{cd} = 0$

在  $\triangle OAD$  中

$$\phi_1 = \frac{1}{2} R h_1 \cdot B = \frac{\sqrt{3}}{4} R^2 B$$

$$\therefore \varepsilon_{ad} = \left| \frac{d\phi_1}{dt} \right| = \frac{\sqrt{3}}{4} R^2 \frac{dB}{dt} \quad \text{方向: } A \rightarrow D$$

在  $\triangle OBC$  中

$$\phi_2 = \frac{1}{6} \pi R^2 \cdot B$$

$$\therefore \varepsilon_{bc} = \left| \frac{d\phi_2}{dt} \right| = \frac{\pi R^2}{6} \frac{dB}{dt} \quad \text{方向: } B \rightarrow C$$

$$\text{总电动势: } \varepsilon = \varepsilon_{bc} - \varepsilon_{ad} = \left( \frac{\pi}{6} - \frac{\sqrt{3}}{4} \right) R^2 \frac{dB}{dt}$$

(2)

$$U_B - U_C = U_{BC} = -\frac{3a}{5a} \varepsilon$$

$$= -\frac{3}{5} \left( \frac{\pi}{6} - \frac{\sqrt{3}}{4} \right) R^2 \frac{dB}{dt}$$