

# 2006 年上海高考物理真题及答案

考生注意：

1. 答卷前，考生务必将姓名、准考证号、校验码等填写清楚。
2. 本试卷共10页，满分150分。考试时间120分钟。考生应用蓝色或黑色的钢笔或圆珠笔将答案直接写在试卷上。
3. 本试卷一、四大题中，小题序号后标有字母A的试题，适合于使用一期课改教材的考生；标有字母B的试题适合于使用二期课改教材的考生；其它未标字母A或B的试题为全体考生必做的试题。不同大题可以选择不同的A类或B类试题，但同一大题的选择必须相同。若在同一大题内同时选做A类、B类两类试题，阅卷时只以A类试题计分。
4. 第19、20、21、22、23题要求写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案，而未写出主要演算过程的，不能得分。有关物理量的数值计算问题，答案中必须明确写出数值和单位。

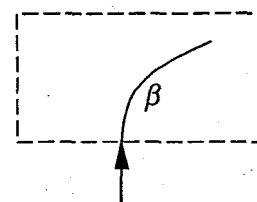
得分	评卷人

一. (20分) 填空题. 本大题共5小题, 每小题4分. 答案写在题中横线上的空白处或指定位置, 不要求写出演算过程.

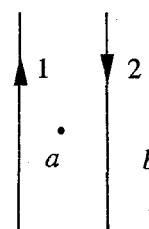
本大题中第1、2、3小题为分叉题. 分A、B两类, 考生可任选一类答题. 若两类试题均做. 一律按A类题计分.

## A类题(适合于使用一期课改教材的考生)

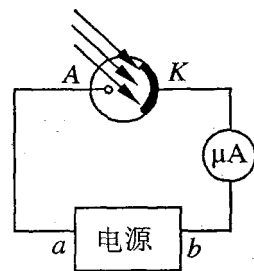
1A. 如图所示, 一束卢粒子自下而上进入一水平方向的匀强电场后发生偏转, 则电场方向向\_\_\_\_\_, 进入电场后,  $\beta$  粒子的动能\_\_\_\_\_(填“增加”、“减少”或“不变”).



2A. 如图所示, 同一平面内有两根互相平行的长直导线1和2, 通有大小相等、方向相反的电流, a、b两点与两导线共面, a点在两导线的中间与两导线的距离均为r, b点在导线2右侧, 与导线2的距离也为r. 现测得a点磁感应强度的大小为B, 则去掉导线后, b点的磁感应强度大小为\_\_\_\_\_, 方向\_\_\_\_\_.

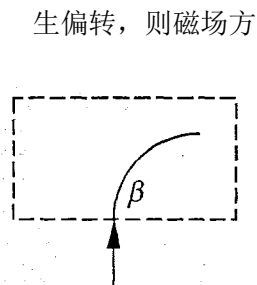


3A. 利用光电管产生光电流的电路如图所示. 电源的正极应接在\_\_\_\_\_端 (填“a”或“b”); 若电流表读数为 $8\mu\text{A}$ , 则每秒从光电管阴极发射的光电子至少是\_\_\_\_\_个 (已知电子电量为  $1.6\times 10^{-19}\text{C}$ )

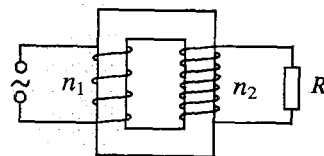


**B类题(适合于使用二期课改教材的考生)**

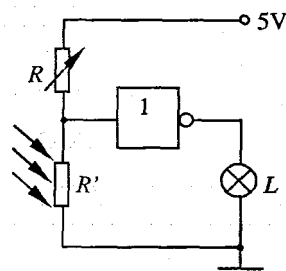
1B. 如图所示, 一束 $\beta$ 粒子自下而上进入一垂直纸面的匀强磁场后发生偏转, 则磁场方向向, 进入磁场后,  $\beta$ 粒子的动能\_\_\_\_ (填“增加”、“减少”或“不变”)



2B. 如图所示, 一理想变压器原、副线圈匝数分别为 $n_1$ 和 $n_2$ , 当负载电阻 $R$ 中流过的电流为 $I$ 时, 原线圈中流过的电流为\_\_\_\_\_; 现减小负载电阻 $R$ 的阻值, 则变压器的输入功率将\_\_\_\_\_ (填“增大”、“减小”或“不变”).

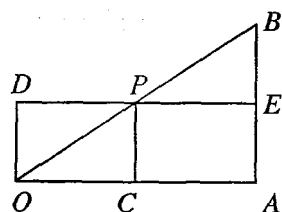


3B. 右图为包含某逻辑电路的一个简单电路图,  $L$ 为小灯泡. 光照射电阻 $R'$ 时, 其阻值将变得远小于 $R$ . 该逻辑电路是\_\_\_\_\_门电路 (填“与”、“或”或“非”). 当电阻 $R'$ 受到光照时, 小灯泡 $L$ 将\_\_\_\_\_ (填“发光”或“不发光”).



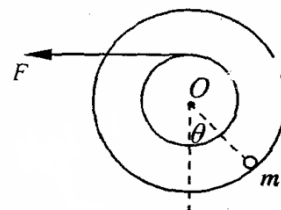
**公共题 (全体考生必做)**

4. 伽利略通过研究自由落体和物块沿光滑斜面的运动, 首次发现了匀加速运动规律. 伽利略假设物块沿斜面运动与物块自由下落遵从同样的法则, 他在斜面上用刻度表示物块滑下的路程, 并测出物块通过相应路程的时间, 然后用图线表示整个运动过程, 如图所示. 图中 $OA$ 表示测得的时间, 矩形 $OAED$ 的面积表示该时间内物块



经过的路程，则图中OD的长度表示\_\_\_\_\_。P为DE的中点，连接OP且延长交AE的延长线于B，则AB的长度表示\_\_\_\_\_。

5. 半径分别为  $r$  和  $2r$  的两个质量不计的圆盘，共轴固定连结在一起，可以绕水平轴  $O$  无摩擦转动，大圆盘的边缘上固定有一个质量为  $m$  的质点，小圆盘上绕有细绳。开始时圆盘静止，质点处在水平轴  $O$  的正下方位置。现以水平恒力  $F$  拉细绳，使两圆盘转动，若恒力  $F=mg$ ，两圆盘转过的角度  $\theta =$  \_\_\_\_\_ 时，质点  $m$  的速度最大。若圆盘转过的最大角度  $\theta = \pi/3$ ，则此时恒力  $F=$  \_\_\_\_\_。



得分	评卷人

二. (40分) 选择题. 本大题共8小题, 每小题5分. 每小题给出的四个答案中, 至少有一个是正确的. 把正确答案全选出来, 并将正确答案前面的字母填写在题后的方括号内. 每一小题全选对的得5分; 选对但不全, 得部分分; 有选错或不答的, 得0分. 填写在方括号外的字母, 不作为选出的答案.

6. 人类对光的本性的认识经历了曲折的过程. 下列关于光的本性的陈述符合科学规律或历史事实的是

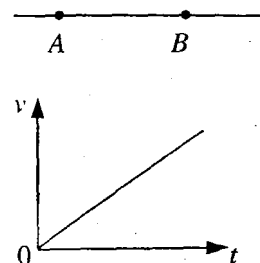
- (A) 牛顿的“微粒说”与爱因斯坦的“光子说”本质上是一样的.
- (B) 光的双缝干涉实验显示了光具有波动性.
- (C) 麦克斯韦预言了光是一种电磁波.
- (D) 光具有波粒两象性.

7. 卢瑟福通过对  $\alpha$  粒子散射实验结果的分析, 提出

- (A) 原子的核式结构模型.
- (B) 原子核内有中子存在.
- (C) 电子是原子的组成部分.
- (D) 原子核是由质子和中子组成的.

8. A、B 是一条电场线上的两点, 若在 A 点释放一初速为零的电子, 电子仅受电场力作用, 并沿电场线从 A 运动到 B, 其速度随时间变化的规律如图所示. 设 A、B 两点的电场强度分别为  $E_A$ 、 $E_B$ , 电势分别为  $U_A$ 、 $U_B$ , 则

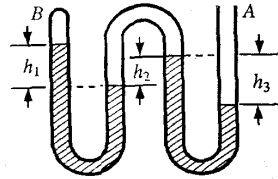
- (A)  $E_A = E_B$
- (B)  $E_A < E_B$ .



- (C)  $U_A = U_B$   
 (D)  $U_A < U_B$ .

9. 如图所示，竖直放置的弯曲管 A 端开口，B 端封闭，密度为  $\rho$  的液体将两段空气封闭在管内，管内液面高度差分别为  $h_1$ 、 $h_2$  和  $h_3$ ，则 B 端气体的压强为（已知大气压强为  $P_0$ ）

- (A)  $P_0 - \rho g (h_1 + h_2 - h_3)$   
 (B)  $P_0 - \rho g (h_1 + h_3)$   
 (C)  $P_0 - \rho g (h_1 + h_3 - h_2)$   
 (D)  $P_0 - \rho g (h_1 + h_2)$



10. 在均匀介质中选取平衡位置在同一直线上的 9 个质点，相邻两质点的距离均为  $L$ ，如图 (a) 所示。一列横波沿该直线向右传播， $t=0$  时到达质点 1，质点 1 开始向下运动，经过时间  $\Delta t$  第一次出现如图 (b) 所示的波形。则该波的

- (A) 周期为  $\Delta t$ ，波长为  $8L$ 。  
 (B) 周期为  $\frac{2}{3} \Delta t$ ，波长为  $8L$ 。  
 (C) 周期为  $\frac{2}{3} \Delta t$ ，波速为  $12L / \Delta t$   
 (D) 周期为  $\Delta t$ ，波速为  $8L / \Delta t$

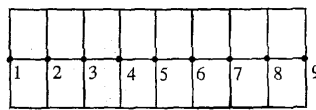


图 (a)

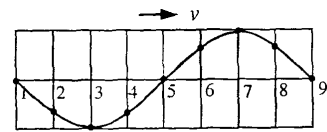
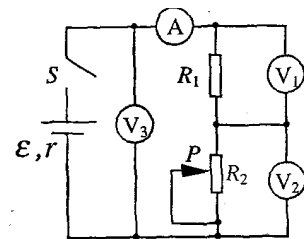


图 (b)

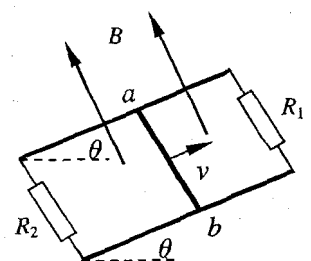
11. 在如图所示电路中，闭合电键  $S$ ，当滑动变阻器的滑动触头  $P$  向下滑动时，四个理想电表的示数都发生变化，电表的示数分别用  $I$ 、 $U_1$ 、 $U_2$  和  $U_3$  表示，电表示数变化量的大小分别用  $\Delta I$ 、 $\Delta U_1$ 、 $\Delta U_2$  和  $\Delta U_3$  表示。下列比值正确的是

- (A)  $U_1/I$  不变， $\Delta U_1 / \Delta I$  不变。  
 (B)  $U_2/I$  变大， $\Delta U_2 / \Delta I$  变大。  
 (C)  $U_2/I$  变大， $\Delta U_2 / \Delta I$  不变。  
 (D)  $U_3/I$  变大， $\Delta U_3 / \Delta I$  不变。



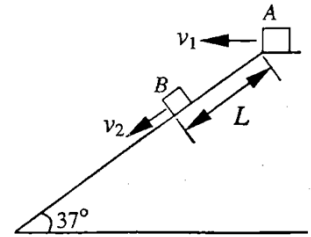
12. 如图所示，平行金属导轨与水平面成  $\theta$  角，导轨与固定电阻  $R_1$  和  $R_2$  相连，匀强磁场垂直穿过导轨平面。有一导体棒  $ab$ ，质量为  $m$ ，导体棒的电阻与固定电阻  $R_1$  和  $R_2$  的阻值均相等，与导轨之间的动摩擦因数为  $\mu$ ，导体棒  $ab$  沿导轨向上滑动，当上滑的速度为  $V$  时，受到安培力的大小为  $F$ 。此时

- (A) 电阻  $R_1$  消耗的热功率为  $Fv / 3$ 。



- (B) 电阻 R。消耗的热功率为  $Fv / 6$ 。
- (C) 整个装置因摩擦而消耗的热功率为  $\mu mgv \cos \theta$ 。
- (D) 整个装置消耗的机械功率为  $(F + \mu mg \cos \theta) v$ 。

13. 如图所示。一足够长的固定斜面与水平面的夹角为  $37^\circ$ ，物体 A 以初速度  $V_1$  从斜面顶端水平抛出，物体 B 在斜面上距顶端  $L=15\text{m}$  处同时以速度  $V_2$  沿斜面向下匀速运动，经历时间  $t$  物体 A 和物体 B 在斜面上相遇，则下列各组速度和时间中满足条件的是 ( $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ， $g=10 \text{ m/s}^2$ )

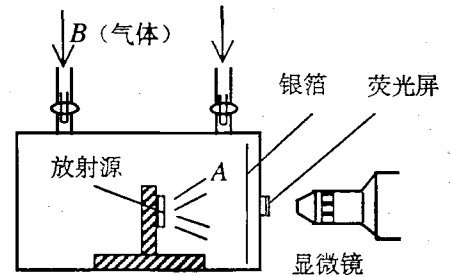


- (A)  $V_1=16 \text{ m/s}$ ， $V_2=15 \text{ m/s}$ ， $t=3\text{s}$ 。
- (B)  $V_1=16 \text{ m/s}$ ， $V_2=16 \text{ m/s}$ ， $t=2\text{s}$ 。
- (C)  $V_1=20 \text{ m/s}$ ， $V_2=20 \text{ m/s}$ ， $t=3\text{s}$ 。
- (D)  $V_1=20\text{m/s}$ ， $V_2=16 \text{ m/s}$ ， $t=2\text{s}$ 。

得分	评卷人

三. (30分)实验题.

14. (5分) 1919年卢瑟福通过如图所示的实验装置, 第一次完成了原子核的人工转变, 并由此发现\_\_\_\_\_. 图中 A 为放射源发出的\_\_\_\_粒子, B 为\_\_\_\_\_气. 完成该实验的下列核反应方程  
 \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_  $\rightarrow$   $^{17}_8\text{O}$  + \_\_\_\_\_

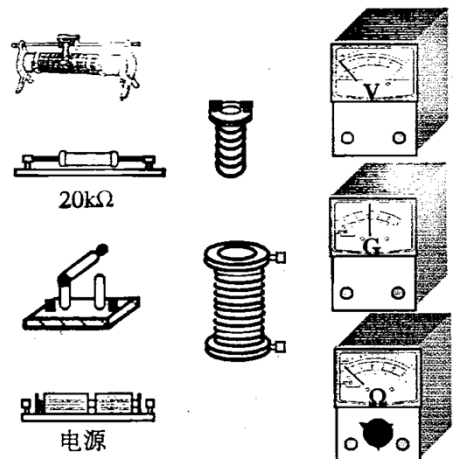


15. (6分) 在研究电磁感应现象实验中,

(1) 为了能明显地观察到实验现象, 请在如图所示的实验器材中, 选择必要的器材, 在图中用实线连接成相应的实物电路图;

(2) 将原线圈插入副线圈中, 闭合电键, 副线圈中感生电流与原线圈中电流的绕行方向\_\_\_\_ (填“相同”或“相反”);

(3) 将原线圈拔出时, 副线圈中的感生电流与原线圈中



电流的绕行方向\_\_\_\_\_（填“相同”或“相反”）。

16.（5分）为了测试某种安全阀在外界环境为一个大气压时，所能承受的最大内部压强，某同学自行设计制作了一个简易的测试装置。该装置是一个装有电加热器和温度传感器的可密闭容器。测试过程可分为如下操作步骤：

- 记录密闭容器内空气的初始温度  $t_1$ ；
- 当安全阀开始漏气时，记录容器内空气的温度  $t_2$ ；
- 用电加热器加热容器内的空气；
- 将待测安全阀安装在容器盖上；
- 盖紧装有安全阀的容器盖，将一定量空气密闭在容器内。

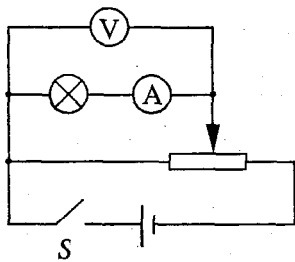
(1) 将每一步骤前的字母按正确的操作顺序填写：\_\_\_\_\_； (2)

若测得的温度分别为  $t_1=27^\circ\text{C}$ ， $t_2=87^\circ\text{C}$ ，已知大气压强为  $1.0 \times 10^5 \text{pa}$ ，则测试结果是：这个安全阀能承受的最大内部压强是\_\_\_\_\_。

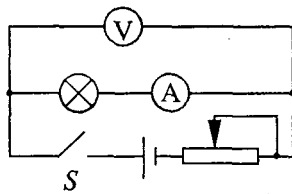
17.（7分）表格中所列数据是测量小灯泡 U-I 关系的实验数据：

$U$ (V)	0.0	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$I$ (A)	0.000	0.050	0.100	0.150	0.180	0.195	0.205	0.215

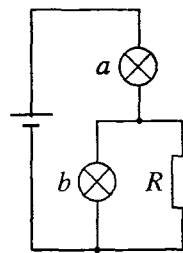
(1) 分析上表内实验数据可知，应选用的实验电路图是图\_\_\_\_\_（填“甲”或“乙”）；



图甲



图乙

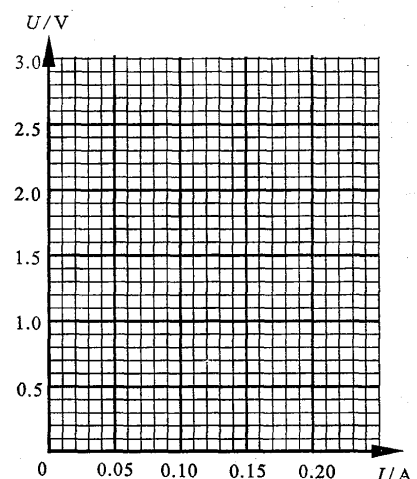


图丙

(2) 在方格纸内画出小灯泡的 U-I 曲线。分析曲线可知小灯泡的电阻随 I 变大而

\_\_\_\_\_（填“变大”、“变小”或“不变”）；

(3) 如图丙所示，用一个定值电阻 R 和两个上述小灯泡组成串并联电路，连接到内阻 不计、电动势为 3V 的电源



上. 已知流过电阻 R 的电流是流过灯泡 b 电流的两倍, 则流 过灯泡 b 的电流约为\_\_\_\_\_ A.

18. (7 分) 有一测量微小时间差的装置, 是由两个摆长略有微小差别的单摆同轴水平悬挂构成. 两个单摆摆动平面前后相互平行.

(1) 现测得两单摆完成 50 次全振动的时间

分别为 50.0 s 和 49.0 s, 则两单摆的周期差  $\Delta T =$  \_\_\_\_\_ s;

(2) 某同学利用此装置测量小于单摆周期的微小时间差, 具体操作如下: 把两摆球向右拉至相同的摆角处, 先释放长摆摆球, 接着再释放短摆摆球, 测得短摆经过若干次全振动后, 两摆恰好第一次同时同方向通过某位置, 由此可得出释放两摆的微小时间差. 若测得释放两摆的时间差  $\Delta t = 0.165\text{s}$ , 则在短摆释放

\_\_\_\_\_ s (填时间) 后, 两摆恰好第一次同时向\_\_\_\_\_ (填方向) 通过\_\_\_\_\_ (填位置);

(3) 为了能更准确地测量微小的时间差, 你认为此装置还可做的改进是\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

四. (60 分) 计算题. 本大题中第19 题为分叉题, 分A 类、B 类两题, 考生可任选一题. 若两题均做, 一律按 A 类题计分.

**A类题(适合于使用一期课改教材的考生)**

得分	评卷人

19A. (10 分) 一活塞将一定质量的理想气体封闭在水平固定放置的气缸内, 开始时气体体积为  $V_0$ , 温度为  $27^\circ\text{C}$ . 在活塞上施加压力, 将气体体积压缩到  $\frac{2}{3} V_0$ , 温度升高到  $57^\circ\text{C}$ . 设大气压强  $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{pa}$ , 活塞

与气缸壁摩擦不计.

(1) 求此时气体的压强;

(2) 保持温度不变, 缓慢减小施加在活塞上的压力使气体体积恢复到  $V_0$ , 求此时气体的压强.

**B类题(适合于使用二期课改教材的考生)**

得分	评卷人

19B. (10分) 一活塞将一定质量的理想气体封闭在气缸内, 初始时气体体积为  $3.0 \times 10^{-3} \text{m}^3$ . 用 DIS 实验系统测得此时气体的温度和压强分别为 300K 和  $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ . 推动活塞压缩气体, 测得气体的温度和压强分别为 320K 和  $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ .

- (1) 求此时气体的体积;
- (2) 保持温度不变, 缓慢改变作用在活塞上的力, 使气体压强变为  $8.0 \times 10^4 \text{Pa}$ , 求此时气体的体积.

**公共题(全体考生必做)**

得分	评卷人

20. (10分) **辨析题:** 要求摩托车由静止开始在尽量短的时间内走完一段直道, 然后驶入一段半圆形的弯道, 但在弯道上行驶时车速不能太快, 以免因离心作用而偏出车道. 求摩托车在直道上行驶所用的最短时间. 有关数据见表格.

某同学是这样解的: 要使摩托车所用时间最短, 应先由静止加速到最大速度  $v_1 = 40 \text{m/s}$ , 然后再减速到  $v_2 = 20 \text{m/s}$ ,

$$t_1 = \frac{v_1}{a_1} = \dots; \quad t_2 = \frac{v_1 - v_2}{a_2} = \dots; \quad t = t_1 + t_2$$

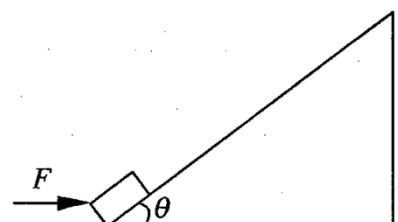
你认为这位同学的解法是否合理? 若合理, 请完成计算; 若不合理, 请说明理由, 并用你自己的方法算出正确结果.

启动加速度 $a_1$	$4 \text{m/s}^2$
制动加速度 $a_2$	$8 \text{m/s}^2$
直道最大速度 $v_1$	$40 \text{m/s}$
弯道最大速度 $v_2$	$20 \text{m/s}$
直道长度 $s$	$218 \text{m}$

得分	评卷人

21. (12分) 质量为  $10 \text{kg}$  的物体在  $F = 200 \text{N}$  的水平推力作用下, 从粗糙斜面的底端由静止开始沿斜面运动, 斜面固定不动, 与水平地面的夹角  $\theta = 37^\circ$ . 力  $F$  作用 2 秒钟后撤去, 物体在斜面上继续上滑了

1. 25 秒钟后, 速度减为零. 求: 物体与斜面间的动摩擦因数



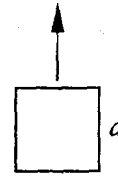
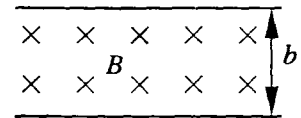
$\mu$  和物体的总位移  $S$ 。 (已知  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

得分	评卷人

22. (14分) 如图所示, 将边长为  $a$ 、质量为  $m$ 、电阻为  $R$  的正方形导线框竖直向上抛出, 穿过宽度为  $b$ 、磁感应强度为  $B$  的匀强磁场, 磁场的方向垂直纸面向里. 线框向上离开磁场时的速度刚好是进入磁场时速度的一半, 线框离开磁场后继续上升一段高度, 然后落下并匀速进入磁场. 整个运动过程中始终存在着大小恒定的空气阻力  $f$  且线框不发生转动. 求: (1) 线框在下落阶段匀速进入磁场时的速度  $V_2$ ;

(2) 线框在上升阶段刚离开磁场时的速度  $V_1$ ;

(3) 线框在上升阶段通过磁场过程中产生的焦耳热  $Q$ .



得分	评卷人

23. (14分) 电偶极子模型是指电量为  $q$ 、相距为  $l$  的一对正负点电荷组成的电结构,  $O$  是中点, 电偶极子的方向为从负电荷指向正电荷, 用图(a)所示的矢量表示. 科学家在描述某类物质的电性质时, 认为物质是由大量的电偶极子组成的, 平时由于电偶极子的排列方向杂乱无章, 因而该物质不显示带电的特性. 当加上外电场后, 电偶极子绕其中心转动, 最后都趋向于沿外电场方向排列, 从而使物质中的合电场发生变化.

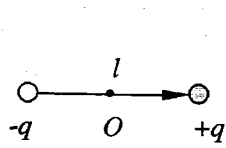
(1) 如图(b)所示, 有一电偶极子放置在电场强度为  $E$  的匀强外电场中, 若电偶极子的方向与外电场方向的夹角为  $\theta$ , 求作用在电偶极子上的电场力绕  $O$  点的力矩;

(2) 求图(b)中的电偶极子在力矩的作用下转动到外电场方向的过程中, 电场力所做的功;

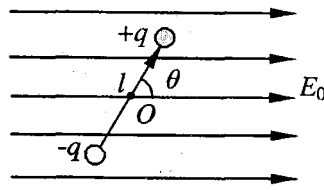
(3) 求电偶极子在外电场中处于力矩平衡时, 其方向与外电场方向夹角的可能值及相应的

电势能；

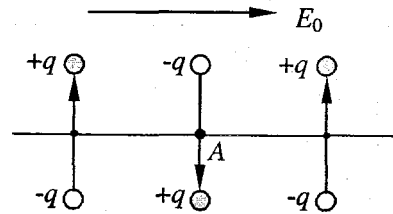
(4) 现考察物质中的三个电偶极子，其中心在一条直线上，初始时刻如图(c)排列，它们相互间隔距离恰等于 $l$ 。加上外电场 $E_0$ 后，三个电偶极子转到外电场方向，若在图中A点处引入一电量为 $+q_0$ 的点电荷( $q_0$ 很小，不影响周围电场的分布)，求该点电荷所受电场力的大小。



图(a)



图(b)



图(c)

### 2006年上海高考物理真题参考答案

一. (20分) 填空题. 本大题共5小题, 每小题4分. 答案写在题中横线上的空白处或指定位置, 不要求写出演算过程.

1A. 左, 增加

2A.  $\frac{B}{2}$ , 垂直纸面向外

3A. a,  $5 \times 10^{13}$

1B. 垂直纸面向里, 不变

2B.  $\frac{n^2 I}{n^1}$ , 增大

3B. 非, 发光

4. 0A时间段的平均速度, A时刻的速度

5.  $5 \cdot \frac{\pi}{6}$ ,  $\frac{3mg}{\pi}$

二. (40分) 选择题. 本大题共8小题, 每小题5分. 每小题给出的四个答案中, 至少有一个是正确的. 把正确答案全选出来, 并将正确答案前面的字母填写在题后的方括号内. 每一小題全选对的得5分; 选对但不全, 得部分分; 有选错或不答的, 得0分. 填写在方括号外的字母, 不作为选出的答案. 郝

6. BCD

7. A

8. AD

9. B

10. BC

11. ACD

12. BC 13. C

### 三. (30分)实验题.

14. 质子,  $\alpha$ , 氮,  ${}_{7}^{14}\text{N}$ ,  ${}_{2}^{4}\text{He}$ ,  ${}_{1}^{1}\text{H}$

15. (1) 将电源、电键、变阻器(上、下各连一个接线柱)、小螺线管串联成一个回路, 将电流计与大螺线管串联成一个回路。

(2) 相反 (3) 相同

16. (1) deacd (2)  $1.2 \times 10^5 \text{Pa}$

17. (1) 甲 (2) 连成平滑曲线(略), 变大 (3) 0.07A

18. (1) 0.02s (2) 8.085s, 平衡位置, 向左 (3) 增大两摆摆长, 同时使周期之差减小。

提示: 此题做法物理学原理方面, 有点类似于游标卡尺, 由于两摆的周期之差 0.02s, 所以摆动一个周期时间上相差 0.02s, 要使两摆球第一次同时同方向通过某位置, 必然两摆球振动的位相是一样的, 所以要把 0.165s 在 n 次周期内分配完, 则求得  $n=8.25$ , 所以两摆球振动次数为 8.25, 则同时达到左边最高点(因它们都是从右边开始释放)。短摆运动时间为  $8.25 \times 0.98\text{s} = 8.085\text{s}$ 。

用公式表示, 设长摆运动时间为 t, 则为  $\omega_1 t = \omega_2(t - \Delta t)$ , 代入数据有:  $0.02t = 0.165$ , 解得  $t = 8.25\text{s}$ , 因长摆的周期为 1s, 故长摆的振动次数也为 8.25, 此时位置为平衡位置且向左运动, 短摆运动时间为  $8.25 - 0.165 = 8.085\text{s}$ ,

### 四. (60分)计算题. 本大题中第19题为分叉题, 分A类、B类两题, 考生可任选一题. 若两题均做, 一律按A类题计分.

19A. 解: (1) 由理想气体的状态方程有:  $p_1 = \frac{T^1 V^0}{V^1 T^0} p_0 = 1.65 \times 10^5 \text{Pa}$

郝双制 (2) 由玻意耳定律有  $p_2 = \frac{p^1 V^1}{V^0} = 1.1 \times 10^5 \text{Pa}$

19B. 解: (1) 考虑状态变化前后压强不变, 由状态方程有:  $V_1 = \frac{T^1}{T^0} V_0 = 3.2 \times 10^{-3} \text{m}^3$

郝双制 (2) 由玻意耳定律有:  $V_2 = \frac{p^1 V^1}{p^2} = 4 \times 10^{-3} \text{m}^3$

20. 解: 不合理, 理由是: 如按以上计算, 则质点完成位移为:  $\frac{v^{12}}{2a^1} + \frac{v^{12} - v^{22}}{2a^2} = 278\text{m} \neq 218\text{m}$ 。所以以上做法不对, 而且说明最大速度一定比 40m/s 要小。

正确结果: 设在直道上最大速度为  $v$ , 则有  $s = \frac{v^2}{2a^1} + \frac{v^2 - v^{22}}{2a^2}$

代入数据并求解得:  $v = 36\text{m/s}$

则加速时间  $t_1 = \frac{v}{a^1} = 9\text{s}$ , 减速时间  $t_2 = \frac{v - v^{22}}{a^2} = 2\text{s}$  最短时间为  $t = t_1 + t_2 = 11\text{s}$

21. 解: 对全过程应用动量定理有:

$$F \cos \theta t_1 = \mu (mg \cos \theta + F \sin \theta) t_1 + mg \sin \theta (t_1 + t_2) + \mu mg \cos \theta t_2$$

代入数据解得  $\mu = 0.25$

又考虑第二个过程, 则由牛顿定律有  $a_2 = g \sin \theta + \mu g \cos \theta = 8\text{m/s}^2$

第二过程的初速度为  $v = a_2 t_2 = 10\text{m/s}$

总位移为  $s = \frac{v}{2} (t_1 + t_2) = 16.25\text{s}$ 。

22. 解: (1) 下落阶段匀速进入, 则有  $mg = f + \frac{B^2 a^2 v^2}{R}$ , 解得  $v_2 = \frac{(mg - f)R}{B^2 a^2}$

(2) 由动能定理知,

离开磁场的上升阶段:  $(mg + f)h = \frac{1}{2}mv_1^2$ , 下落阶段:  $(mg - f)h = \frac{1}{2}mv_2^2$

由以上两式及第 (1) 问结果得:  $v_1 = \frac{R}{B^2 a^2} \sqrt{(mg)^2 - f^2}$

(3) 分析线框在穿越磁场的过程, 设刚进入磁场时速度为  $v_0$ , 由功能关系有:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = (mg + f)(a + b) + Q$$

由题设知  $v_0 = 2v_1$  解得:  $Q = (mg + f) \left( \frac{3mR^2}{2B^4 a^4} (mg - f) - a - b \right)$

23. 解: (1)  $M = qE_0 I \sin \theta$  (2)  $W = qE_0 I (1 - \cos \theta)$

(3) 只有当电极矩方向与场强共线时, 此时无力矩, 系统才可能力矩平衡, 此时电极矩与场强夹角为  $0$  或  $180^\circ$ 。

当夹角为  $0$  时, 要组成此系统, 电场力做功为  $qEI$ , 所以系统电势能为  $-qEI$

当夹角为  $180^\circ$  时, 要组成系统, 需克服电场力做功  $qEI$ , 所以系统电势能为  $qEI$

(3) 中间的正负电荷对  $+q_0$  的影响相互抵消, 所以电场力大小为:  $F = q_0 E_0 - \frac{8kqq^0}{9l^2}$

