



# 2023~2024 学年高三百校起点调研测试

## 物 理

本试题卷分选择题和非选择题两部分,共 8 页,满分 100 分,考试时间 90 分钟。

### 考生注意:

1. 答题前,请务必将自己的姓名、准考证号用黑色字迹的签字笔或钢笔分别填写在答题纸规定的位置上。
2. 答题时,请按照答题卡上“注意事项”的要求,在答题卡相应的位置上规范作答。在试题卷上的作答一律无效。
3. 非选择题的答案必须使用黑色字迹的签字笔或钢笔写在答题卡上相应区域内。作图时先使用 2B 铅笔,确定后必须使用黑色字迹的签字笔或钢笔描黑。
4. 可能用到的相关公式或参数:重力加速度  $g$  均取  $10 \text{ m/s}^2$ 。

### 选择题部分

一、选择题 I (本题共 13 小题,每小题 3 分,共 39 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的,不选、多选、错选均不得分)

1. 下列属于国际单位制中基本单位的是

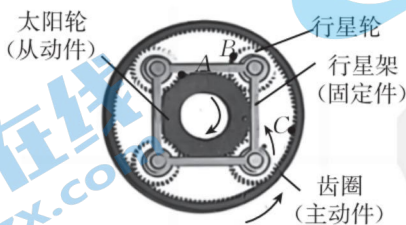
- A. Hz                      B.  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$                       C. K                      D. N

2. 图为中国队在北京冬奥会短道速滑 2000 米混合团体接力决赛的接力瞬间,中国队以 2 分 37 秒 348 的成绩滑行 18 圈,夺得本届冬奥会中国体育代表团的首金,在此次比赛中

- A. 研究运动员接力过程的技术时,可以将他们看成质点  
 B. 中国队的 2 分 37 秒 348 的成绩,指的是时刻  
 C. 前方运动员被推过程中加速度不为 0  
 D. 中国队的平均速度比同组其他国家队的大



3. 图为“行星减速机”的工作原理图。“行星架”为固定件,中心“太阳轮”为从动件,其半径为  $R_1$ ;周围四个“行星轮”的半径为  $R_2$ ，“齿圈”为主动件,其中  $R_1 = 2R_2$ 。A、B、C 分别是“太阳轮”“行星轮”“齿圈”边缘上的点,则在该状态下

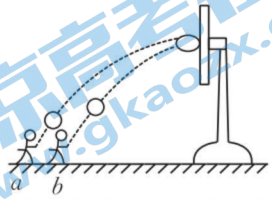


- A. A 点与 B 点的角速度相同                      B. A 点与 C 点的转速相同  
 C. B 点与 C 点的周期相同                      D. A 点与 C 点的线速度大小相同

4. 如图所示,小明分别在篮筐正前方的  $a$ 、 $b$  位置投掷同一篮球,出手时篮球的高度相同,最终都垂直击中篮板上的同一点。不考虑篮球旋转且不计空气阻力,下列说法正确的是

- A. 在  $a$  处投掷时,篮球从出手到击中篮筐的时间更长

- B. 在  $b$  处投掷时, 篮球击中篮筐的速度更大  
 C. 在  $a$  处和  $b$  处投掷篮球过程中, 人对篮球做的功相同  
 D. 在  $a$  处和  $b$  处篮球出手后到垂直击中篮板的过程中, 篮球的动量变化量相同

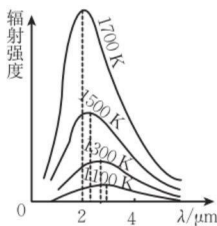


5. 如图所示, 外层覆盖锌的纳米机器人可携带药物进入老鼠体内。机器人到达老鼠胃部后, 外层的锌与消化液中的酸发生化学反应。以反应产生的氢气气泡为推进动力, 机器人的速度可达  $60 \mu\text{m/s}$ 。若不计重力和浮力, 则



- A. 胃液中的纳米机器人由电池驱动  
 B. 机器人前进时对胃液的作用力比胃液对机器人的作用力大  
 C. 机器人在胃液中匀速前进时, 氢气气泡对机器人的作用力与胃液对机器人的阻力大小相等  
 D. 机器人在胃液中加速前进时, 氢气气泡对机器人做的功等于机器人动能的增加量

6. 下列四幅图涉及不同的物理知识, 下列说法正确的是



甲



乙



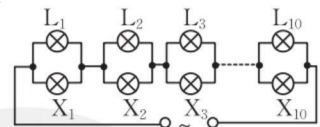
丙



丁

- A. 图甲: 黑体辐射强度的极大值随温度升高向波长较长的方向移动  
 B. 图乙: 用竹竿举着蜂鸣器快速转动时听到声音频率发生变化, 这是多普勒效应  
 C. 图丙: 下雪时轻盈的雪花从空中飘落, 说明分子在做无规则运动  
 D. 图丁: 高压输电线上方架有与大地相连的两条导线, 其原理是尖端放电

7. 如图所示, 一款投影机有 10 个相同的强光灯  $L_1 \sim L_{10}$  ( $25 \text{ V}/200 \text{ W}$ ) 和 10 个相同的指示灯  $X_1 \sim X_{10}$  ( $220 \text{ V}/2 \text{ W}$ )。将其连接在  $220 \text{ V}$  交流电源上



- A. 若  $L_2$  断路, 则干路电流  $I$  增大  
 B. 若  $L_2$  断路, 则  $X_1$  的功率增大,  $L_1$  的功率增大  
 C. 若  $L_2$  短路, 则  $X_2$  的功率减小, 其他指示灯的功率增大  
 D. 若  $L_2$  短路, 则  $X_2$  的功率增大, 其他指示灯的功率减小

8. “智能表带”是一种新型的通话工具。如图所示, 使用时只要按动表带上的按钮, 就能触发表带内的人体传导单元, 从而将信号转换为身体可以传输的振动信号, 通过手指传入耳朵。根据以上描述, 下列说法正确的是



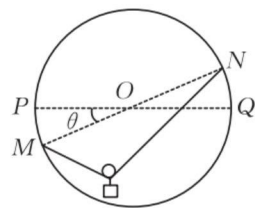
- A. 经过手指传播的信号是电磁波  
 B. 该振动信号传播不依赖于介质  
 C. 信号经表带传入手指的频率不变  
 D. 信号经表带传入手指的传播速度不变



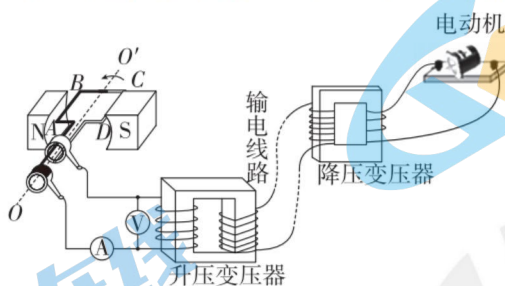
9. 下表为地球与火星的相关数据。若地球与火星绕太阳的运动可视为圆周运动,则根据表中信息可知

	与太阳的平均距离(亿 km)	赤道半径(km)	公转周期	自转周期	质量(地球视为 1)	体积(地球视为 1)
地球	1.496	6.378	1 年	23 小时 56 分	1	1
火星	2.279	3.395	1.9 年	24 小时 37 分	0.11	0.15

- A. 地球公转的线速度小于火星公转的线速度  
 B. 地球公转的向心加速度小于火星公转的向心加速度  
 C. 地球自转的角速度小于火星自转的角速度  
 D. 地球表面的重力加速度大于火星表面的重力加速度
10. 如图所示,竖直平面内有一圆环,圆心为  $O$ ,半径为  $R$ , $PQ$  为水平直径, $MN$  为倾斜直径, $PQ$  与  $MN$  间的夹角为  $\theta$ ,一条不可伸长的轻绳长为  $L$ ,两端分别固定在圆环的  $M$ 、 $N$  两点,轻质滑轮连接一个质量为  $m$  的重物,放置在轻绳上,不计滑轮与轻绳间的摩擦。现将圆环从图示位置绕圆心  $O$  顺时针缓慢转过  $2\theta$  角,重力加速度大小为  $g$ ,则



- A. 图示位置时轻绳张力大小为  $\frac{mg}{2\sin\theta}$   
 B. 直径  $MN$  水平时轻绳张力大小为  $\frac{mgL}{\sqrt{L^2 - 4R^2}}$   
 C. 轻绳与竖直方向间的夹角逐渐减小  
 D. 圆环从图示位置顺时针缓慢转过  $2\theta$  过程中轻绳张力先增大再减小
11. 如图所示,导线框绕垂直于匀强磁场的轴匀速转动,产生的交变电动势  $e = 110\sqrt{2} \sin 100\pi t$  (V),导线框与理想升压变压器相连进行远距离输电。输电线路的电流为 2 A,输电线路总电阻为  $25 \Omega$ ,理想降压变压器副线圈接入一台电动机,电动机恰好正常工作,且电动机两端的电压为 220 V,电动机的功率为 1100 W,导线框及其余导线电阻不计,不计一切摩擦,则

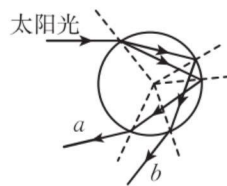


- A. 图示位置导线框的磁通量变化率为 0  
 B. 升压变压器原、副线圈的匝数比为 1 : 5  
 C. 导线框转动一圈过程中克服安培力做的功为 24 J  
 D. 若电动机突然卡住而不能转,输电线上的损耗功率将减小
12. 太阳辐射的总功率为  $P$ ,日地距离为  $r$ ,阳光到达地面的过程中的能量损耗为 50%;太阳光垂直照射时,太阳能电池的能量转化效率为  $\eta$ ;一辆质量为 750 kg 的汽车的太阳能电池板的面积为  $S$ ,电机能够将输入功率的 90%用于牵引汽车前进。此时太阳能电池车正以 72 km/h 的速度匀速行

驶,所受阻力为车重的 $\frac{1}{50}$ ,已知该太阳能电池能直接满足汽车的上述行驶需求。若半径为 $R$ 的球表面积为 $4\pi R^2$ ,则

- A. 太阳能汽车可达的最大机械功率为 $\frac{\eta PS}{8\pi r^2}$
- B. 汽车的机械功率为 $3.3 \times 10^3 \text{ W}$
- C. 若汽车机械功率恒定,则车速减半时牵引力也减半
- D. 太阳板的面积必须满足关系: $\frac{9\eta PS}{80\pi r^2} \geq 3.0 \times 10^3 \text{ W}$

13. 雨后太阳光射入空气中的水滴,先折射一次,然后在水滴的背面发生反射,最后离开水滴时再折射一次,就形成了彩虹。如图所示,太阳光从左侧射入球形水滴, $a$ 、 $b$ 是其中的两条出射光线,在这两条出射光线中,一条是红光,另一条是紫光,则



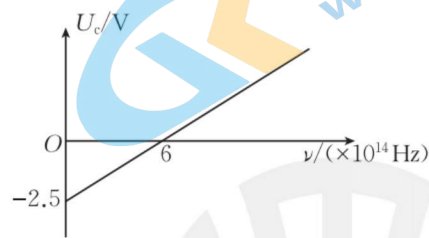
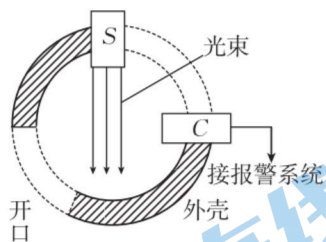
- A.  $a$  光线是红光, $b$  光线是紫光
- B. 遇到同样的障碍物, $b$  光比  $a$  光更容易发生明显衍射
- C.  $a$  光在水滴中的传播时间比  $b$  光在水滴中的传播时间短
- D. 增大太阳光在水滴表面的入射角,则可能没有光线从水滴中射出

二、选择题 II (本题共 2 小题,每小题 3 分,共 6 分。每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 3 分,选对但不选全的得 2 分,有选错的得 0 分)

14. 下列说法正确的是

- A. 热量能自发地从低温物体传到高温物体
- B. 液体的表面张力方向总是跟液面相切
- C.  $\alpha$  粒子散射实验中用金箔而没有用铝箔,主要原因是金的延展性比铝的延展性好
- D. 核子结合成原子核释放的能量叫作结合能,结合能越大,原子核越稳定

15. 图甲是一款光电烟雾探测器的原理图。当有烟雾进入时,来自光源  $S$  的光被烟雾散射后进入光电管  $C$ ,光射到光电管中的钠表面时会产生光电流。如果产生的光电流大于  $10^{-8} \text{ A}$ ,便会触发报警系统。金属钠的遏止电压  $U_c$  随入射光频率  $\nu$  的变化规律如图乙所示,则



- A. 要使该探测器正常工作,光源  $S$  发出的光波波长不能小于  $5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$
- B. 图乙中图像斜率的物理意义为普朗克常量  $h$  浙考神墙750
- C. 触发报警系统时钠表面每秒释放出的光电子数最少是  $N = 6.25 \times 10^{10}$  个
- D. 可通过调节光源发光的强度来调整光电烟雾探测器的灵敏度



## 非选择题部分

### 三、非选择题(本题共 5 小题,共 55 分)

#### 16. 实验题(I、II、III 三题共 14 分)

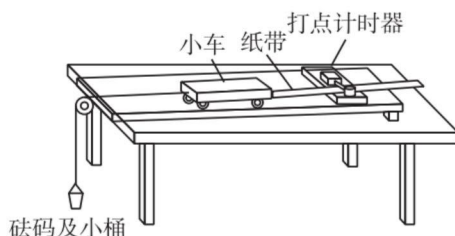
I. (3 分)某同学利用如图所示的装置探究物体的加速度  $a$  与所受合力  $F$  的关系。

(1)打点计时器使用的电源是\_\_\_\_\_ (选填选项前的字母)。

- A. 交流电源      B. 直流电源

(2)他用小木块将长木板无滑轮的一端垫高,目的是平衡摩擦力。具体操作是:把木板垫高后,小车放在木板上,在不挂小桶且打点计时器打点的情况下,轻推一下小车,若小车拖着纸带做匀速运动,表明已经消除了摩擦力和其他阻力的影响。正确平衡摩擦力后,改变小车的质量再次实验,\_\_\_\_\_重新平衡摩擦力。(选填选项前的字母)

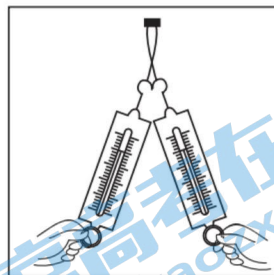
- A. 需要      B. 不需要



II. (4 分)如图所示,某同学做“探究两个互成角度的力的合成规律”实验。

(1)关于该同学的实验操作,下列改进建议合理的是\_\_\_\_\_ (多选)。

- A. 适当增加细绳的长度  
B. 适当增大两细绳间的夹角  
C. 适当增大弹簧测力计的拉力  
D. 尽量减少弹簧测力计外壳与桌面间的摩擦

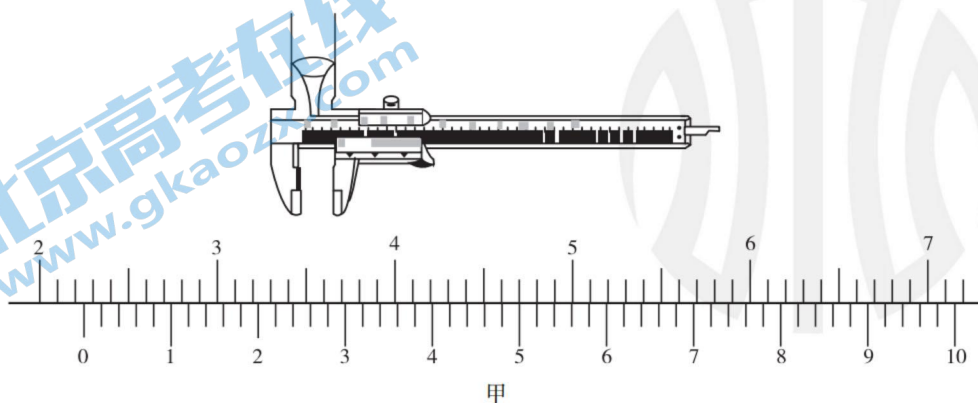


(2)当用两个弹簧测力计拉细绳套时,需要记录的是\_\_\_\_\_ (多选)。

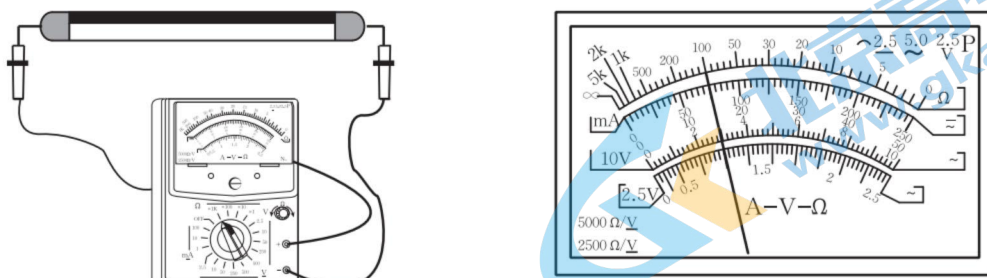
- A. 绳子的长度      B. 弹簧测力计的读数  
C. 结点位置      D. 分力的方向

III. (7 分)某实验小组为了测定自来水的电阻率,在粗细均匀的圆柱形玻璃管中注满自来水,玻璃管两端用橡皮塞住管口,用铁钉引出进行测量,进行如下实验:

(1)在注水前,用游标卡尺测玻璃管内径如图甲所示,则该玻璃管的内径为\_\_\_\_\_ mm。

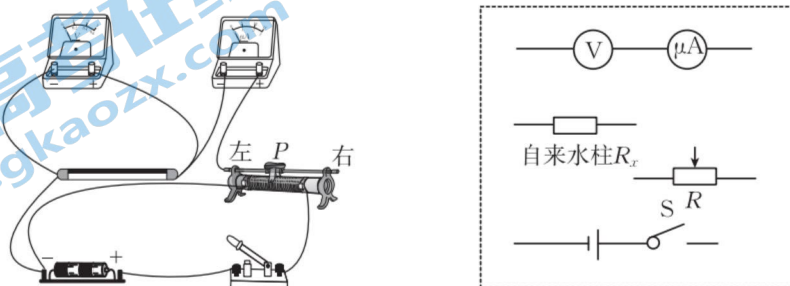


(2)用多用电表欧姆挡的“ $\times 1k$ ”倍率,对玻璃管中水的电阻进行测量,结果如图乙所示。



乙

(3)为了较精确测量水柱的阻值,实验小组采用如图丙所示的实验电路进行实验。



丙

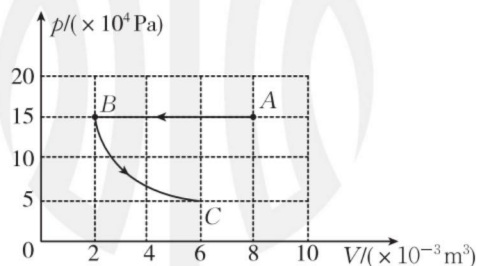
- ①请在答题纸中根据该实物图完成对应的电路图。
- ②在闭合开关之前,应把滑动变阻器的滑片  $P$  置于最\_\_\_\_\_ (填“左”或“右”)端。
- ③实验时电流表采用的是量程为  $200 \mu A$ ,内阻约为  $500 \Omega$  的微安表;电压表选用  $0 \sim 3 V$  挡,内阻约为  $3 k\Omega$ ,闭合开关后调节滑动变阻器的滑片,发现电压表的偏转角度很小,测得的数据如下: 浙考神墙750

$U/V$	0.08	0.20	0.30	0.40	0.50	0.55
$I/\mu A$	25	78	117	145	185	195

- ④实验小组根据测得数据画出自来水柱的  $I-U$  图像,得到电阻值为  $2.8 k\Omega$ ,与多用电表测量值相差极大。试分析出现这种情况的主要原因:\_\_\_\_\_。

17. (8分)一定质量的理想气体经历了如图所示的状态变化。

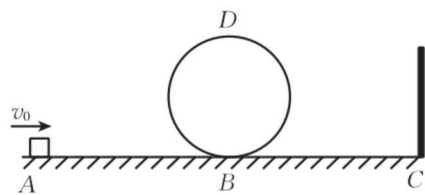
- (1)已知从  $A$  到  $B$  的过程中,气体的内能减少了  $300 J$ ,则从  $A$  到  $B$  气体吸收或放出的热量是多少?
- (2)试判断气体在状态  $B$ 、 $C$  的温度是否相同;如果知道气体在状态  $C$  时的温度  $T_C = 300 K$ ,则气体在状态  $A$  时的温度为多少?





18. (11分) 如图所示,地面上方有一条水平轨道  $ABC$  和一个竖直光滑圆轨道相切于  $B$  点(圆轨道在  $B$  点前后略有错开,图中未画出),轨道  $AB$  段光滑, $BC$  段粗糙且长度  $L=4.8\text{ m}$ ,水平轨道最右端  $C$  处固定一弹性挡板。一质量  $m=1\text{ kg}$  的物块以初速度  $v_0=8\text{ m/s}$  沿水平轨道运动,由  $B$  点进入圆轨道,并恰能经过圆轨道最高点  $D$ ,物块与轨道  $BC$  间的动摩擦因数为  $\mu$ ,物块与挡板碰撞前后的速度等大反向,空气阻力不计。

- (1) 求圆轨道半径  $R$ ;
- (2) 要使物块至少与挡板碰撞一次且运动过程中始终不脱离轨道,动摩擦因数  $\mu$  应满足什么条件?
- (3) 在满足(2)的条件下,设物块最终停下的位置与  $B$  点的距离为  $x$ ,改变地面的动摩擦因数  $\mu$ , $x$  值也会改变,试讨论求出  $x$  与  $\mu$  的关系式。



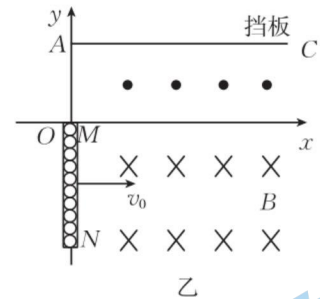
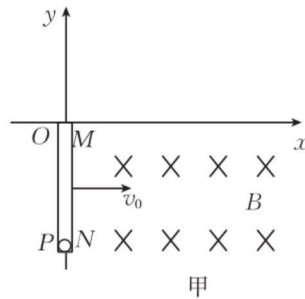
19. (11分) 两足够长且不计电阻的光滑金属轨道如图甲所示放置,间距为  $d=0.5\text{ m}$ ,在左端弧形轨道部分高  $h=1.8\text{ m}$  处放置一金属杆  $a$ ,弧形轨道与平直轨道的连接处光滑无摩擦,在平直轨道右端放置另一金属杆  $b$ ,杆  $a$ 、 $b$  的电阻分别为  $R_a=3\ \Omega$ 、 $R_b=6\ \Omega$ ,在平直轨道区域有竖直向上的匀强磁场,磁感应强度  $B=4\text{ T}$ 。现杆  $b$  以初速度大小  $v_0=6\text{ m/s}$  开始向左滑动,同时由静止释放杆  $a$ ,杆  $a$  由静止滑到水平轨道的过程中,通过杆  $b$  的平均电流为  $0.5\text{ A}$ ;从  $a$  下滑到水平轨道时开始计时, $a$ 、 $b$  运动的速度-时间图像如图乙所示(以  $a$  运动方向为正方向),其中  $m_a=3\text{ kg}$ 、 $m_b=2\text{ kg}$ , $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ,求:

- (1) 杆  $a$  在弧形轨道上运动的时间;
- (2) 杆  $a$  在水平轨道上运动过程中通过其截面的电荷量;
- (3) 在整个运动过程中杆  $a$  产生的焦耳热。



20. (11分)如图甲所示,在光滑水平桌面建立直角坐标系  $xOy$ 。第四象限内存在磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于坐标系平面向内的匀强磁场。初始时刻桌面上有一光滑绝缘空心细管  $MN$  恰好与  $y$  轴重合,  $M$  端位于坐标原点  $O$ 。从初始时刻开始,细管与  $x$  轴保持垂直且以速度  $v_0$  沿  $+x$  方向做匀速直线运动。已知初始位置在  $N$  端与细管相对静止的小球  $P$  (带正电,比荷为  $k$ ) 离开细管时的速度方向与  $+x$  方向的夹角为  $45^\circ$ 。

- (1)若第一象限存在磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于坐标系平面向外的匀强磁场,求小球  $P$  离开细管后做圆周运动的半径及细管的长度;
- (2)若第一象限仅存在  $-y$  方向的匀强电场,电场强度大小  $E=Bv_0$ ,求小球  $P$  经过  $x$  轴时的坐标;
- (3)若第一象限存在磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于坐标系平面向外的匀强磁场,在第一象限内还有一平行于  $x$  轴且足够长的挡板  $AC$ ,  $AC$  到  $x$  轴的距离为细管长的一半,如图乙所示。且初始时刻细管内均匀紧密排满了相对细管静止的、与  $P$  完全相同的绝缘带电小球。若不考虑带电小球间相互作用的静电力,求从细管中飞出后能撞到  $AC$  的小球数目占全部小球数目的比例。





# 2023~2024 学年高三百校起点调研测试

## 物理参考答案

一、选择题 I (本题共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分。每小题给出的四个备选项中, 只有一项是符合题目要求的, 不选、多选、错选均不得分)

1. C 2. C 3. D 4. D 5. C 6. B 7. C 8. C 9. D 10. D 11. C 12. D 13. B

二、选择题 II (本题共 2 小题, 每小题 3 分, 共 6 分。每小题四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 3 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

14. BC 15. CD

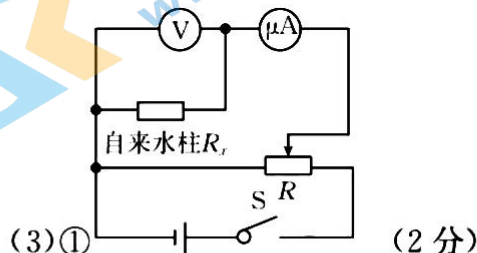
三、非选择题(本题共 5 小题, 共 55 分)

16. (14 分)

16-I. (1) A (1 分) (2) B (2 分)

16-II. (1) ABC (2 分) (2) BCD (2 分)

16-III. (1) 22.50 (2 分)



② 左 (1 分)

④ 电压表内阻不够大, 改换数字电压表(或换内阻非常大的电压表)进行实验 (2 分)

17. (8 分)

解: (1) 从 A 到 B, 外界对气体做的功  $W = p\Delta V = 15 \times 10^4 \times (8 - 2) \times 10^{-3} \text{ J} = 900 \text{ J}$  (2 分)

根据热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$

解得  $Q = -1200 \text{ J}$ , 即气体放热 1200 J。 (2 分)

(2) 由题图可知  $p_B V_B = p_C V_C$ , 由理想气体状态方程可知  $T_B = T_C$  (1 分)

根据理想气体状态方程有  $\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_C V_C}{T_C}$  (1 分)

代入题图中数据可得  $T_A = 1200 \text{ K}$ 。 (2 分)

18. (11 分)

解: (1) 物块恰好过最高点, 由牛顿第二定律得  $mg = m \frac{v^2}{R}$

根据动能定理得  $-mg \times 2R = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$  (1 分)

解得  $R = 1.28 \text{ m}$ 。 (1 分)

(2) 若物块做一次圆周运动后恰好停在 C 点, 由动能定理可得

$-\mu mgL = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$  (1 分)

$$\text{解得 } \mu = \frac{2}{3} \quad (1 \text{ 分})$$

若物块与挡板碰后恰好能到达与圆心等高处,由动能定理可得

$$-mgR - 2\mu mgL = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } \mu = \frac{1}{5} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{故 } \frac{1}{5} \leq \mu < \frac{2}{3}.$$

(3)若物块恰好停在  $B$  点或  $C$  点,根据动能定理得

$$-\mu mgnL = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } \mu = \frac{2}{3n} \quad (1 \text{ 分})$$

所以  $n=1$  时,  $\mu = \frac{2}{3}$ ;  $n=2$  时,  $\mu = \frac{1}{3}$ ;  $n=3$  时,  $\mu = \frac{2}{9}$  ( $n \geq 4$  时,  $\mu < \frac{1}{5}$  不符合要求),说明物块最多与挡板碰撞 2 次。

当  $\frac{1}{3} < \mu < \frac{2}{3}$  时,物块与挡板碰撞 1 次后向左滑行停下(未进入圆轨道)

$$-\mu mg(2L - x) = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得 } x = (9.6 - \frac{3.2}{\mu}) \quad (1 \text{ 分})$$

当  $\frac{2}{9} < \mu \leq \frac{1}{3}$  时,物块与挡板碰撞 1 次后向左滑行,进入圆轨道后返回再向右滑行停下

$$-\mu mg(2L + x) = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得 } x = (\frac{3.2}{\mu} - 9.6) \quad (1 \text{ 分})$$

当  $\frac{1}{5} \leq \mu \leq \frac{2}{9}$  时,物块与挡板碰撞 2 次后向左滑行停下

$$-\mu mg(4L - x) = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得 } x = (19.2 - \frac{3.2}{\mu}) \quad (1 \text{ 分})$$

19. (11 分)

解:(1)设杆  $a$  由静止滑至弧形轨道与平直轨道连接处时杆  $b$  的速度大小为  $v_{b0}$ ,对杆  $b$  运用动量定理,有  $Bd\bar{I}\Delta t = m_b(v_0 - v_{b0})$  (1 分)

其中  $v_{b0} = 3 \text{ m/s}$  (1 分)

代入数据解得  $\Delta t = 6 \text{ s}$ 。 (1 分)

(2)对杆  $a$  由静止下滑到平直导轨上的过程中,由动能定理有

$$m_a gh = \frac{1}{2}m_a v_a^2 \quad (1 \text{ 分})$$



解得  $v_a = 6 \text{ m/s}$  (1分)

设最后  $a$ 、 $b$  两杆共同的速度为  $v'$ ，规定向右为正方向，由动量守恒定律可知

$$m_a v_a - m_b v_{b0} = (m_a + m_b) v'$$

代入数据解得  $v' = 2.4 \text{ m/s}$  (1分)

杆  $a$  动量的变化量等于它所受安培力的冲量，设杆  $a$  的速度从  $v_a$  到  $v'$  的运动时间为  $\Delta t'$ ，则由动量定理可得

$$BdI \cdot \Delta t' = m_a (v_a - v'), \text{ 而 } q = I \cdot \Delta t' \quad (1 \text{ 分})$$

代入数据得  $q = 5.4 \text{ C}$ 。(1分)

(3) 由能量守恒定律可知杆  $a$ 、 $b$  中产生的焦耳热为

$$Q = m_a gh + \frac{1}{2} m_b v_0^2 - \frac{1}{2} (m_a + m_b) v'^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得  $Q = 75.6 \text{ J}$  (1分)

$$a \text{ 棒中产生的焦耳热为 } Q' = \frac{R_a}{R_a + R_b} Q = \frac{3}{3+6} \times 75.6 \text{ J} = 25.2 \text{ J}。 \quad (1 \text{ 分})$$

20. (11分)

$$\text{解: (1) } qvB = m \frac{v^2}{R}, v = \sqrt{2} v_0, \frac{q}{m} = k \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以 } R = \frac{\sqrt{2} v_0}{kB} \quad (1 \text{ 分})$$

$$L = \frac{v_0^2}{2a}, a = \frac{qv_0 B}{m}$$

$$\text{所以 } L = \frac{v_0}{2kB}。 \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 第一次与 } x \text{ 轴交点 } x_1 = \frac{v_0}{kB} \quad (1 \text{ 分})$$

一次电场中抛体运动在  $x$  轴右移  $\Delta x_1 = 2v_0 t_E, v_0 = a_E t_E, a_E = \frac{qE}{m}$

$$\text{得 } \Delta x_1 = \frac{2v_0}{kB} \quad (1 \text{ 分})$$

回到第四象限恰好进入管中，在管中做加速度仍为  $a = kBv_0$  的抛体运动

$$\text{接下来每经过一次磁场在 } x \text{ 轴右移 } \Delta x_2 = \frac{2v_0}{kB} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以, 与 } x \text{ 轴交点为 } (2n+1) \frac{v_0}{kB} (n=0, 1, 2, 3, 4, \dots)。 \quad (1 \text{ 分})$$

$$(3) \Delta y = R(1 - \cos \theta), \cos \theta = \frac{v_0}{v}, v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2qv_0 B}{m} y} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\Delta y = \frac{L}{2} \text{ 时, } y = \frac{9}{16} L。 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所求比例为 } \frac{7}{16} = 43.75\%。 \quad (1 \text{ 分})$$