

本试卷共 8 页,15 题。全卷满分 100 分。考试用时 75 分钟。

注意事项:

1. 答题前,先将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上,并将准考证号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。

2. 选择题的作答:每小题选出答案后,用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。写在试题卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。

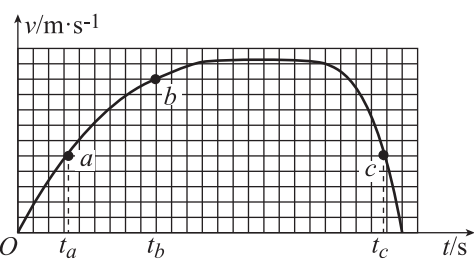
3. 非选择题的作答:用签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内。写在试题卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。

4. 考试结束后,请将本试题卷和答题卡一并上交。

一、单项选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项符合题目要求。

1. 应用速度传感器可以记录物体运动过程中的数据信息,如图所示为某同学记录的共享单车速度—时间图像, a 、 b 、 c 为图线中的三个点,对应的时刻分别为 t_a 、 t_b 、 t_c ,对共享单车的运动过程,下列说法正确的是

- A. 经过 t_a 、 t_c 两时刻时,共享单车速度的方向相反,加速度的方向也相反
- B. 经过 t_a 、 t_b 两时刻时,共享单车速度的方向相同,加速度的方向也相同
- C. 从 t_a 到 t_b 过程中,共享单车的速度增大,加速度也增大
- D. 整个过程中,共享单车的加速度先增大后减小



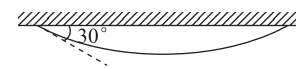
2. 2023 年 1 月,国产科幻电影《流浪地球 2》热播上映,其中的行星发动机以核聚变提供的核能为动力驱动地球流浪,这引发了人们对当前科技发展的热议。下列关于核能与核反应的说法错误的是

- A. 氘核与氚核聚变为氦核会释放能量
- B. 所有核反应都遵从电荷数守恒和质量数守恒
- C. 结合能越大的核越稳定
- D. 中子(${}_0^1\text{n}$)轰击铀核(${}_{92}^{235}\text{U}$)发生的反应可以释放出大量核能,属于裂变反应

3. 在节日、婚庆等很多特殊日子里,人们习惯在室内悬挂拉花以增加喜庆气氛。如图甲所示为春节期间悬挂在天花板上的拉花,其简化模型为如图乙所示的质量分布均匀的绳。若静止时两端悬点处的绳与天花板之间的夹角为 30° ,则下列说法正确的是



甲



乙

- A. 悬点处对绳子的拉力大于拉花的总重力
- B. 最低点处绳子的张力大于拉花的总重力
- C. 增大绳子两端悬点的水平距离,最低点处绳子的张力增大
- D. 增大绳子两端悬点的水平距离,悬点处对绳子的拉力减小

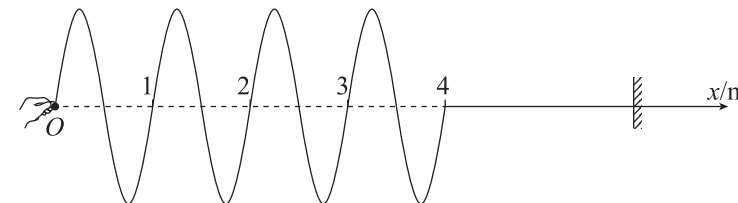
4. 2023 年 6 月 7 日,中国在酒泉卫星发射中心执行“力箭一号”遥二运载火箭“一箭 26 星”发射任务,成功将 26 颗人造卫星发射升空,卫星顺利进入预定轨道,发射任务获得圆满成功。关于人造地球卫星,下列说法正确的是

- A. 卫星的地面发射速度一定大于 11.2 km/s
- B. 距离地面越高的卫星,其在轨运行时的角速度越大
- C. 距离地面越高的卫星,其在轨运行时的重力势能越大
- D. 卫星在椭圆轨道运行时,其近地点的动能大于远地点动能

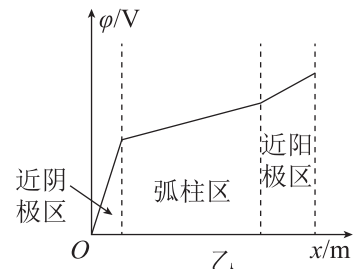
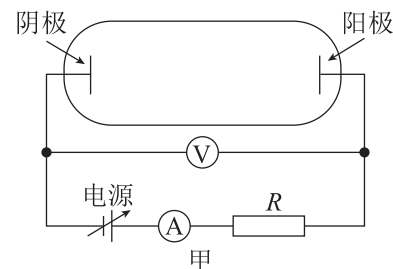


5. 一根粗细均匀同种材质的轻绳,右端固定在墙上,手握绳左端 O 点将绳水平拉直。 $t=0$ 时刻,用力上下振动 O 点,产生一列向右传播的绳波,经过 $t=4.0 \text{ s}$ 的时间,绳上的波形如图所示。若绳波为简谐波,绳子足够长,以 O 为原点沿绳子方向建立 x 轴,则 $t=2.5 \text{ s}$ 时,绳上各个质点中速度方向竖直向上的区间为

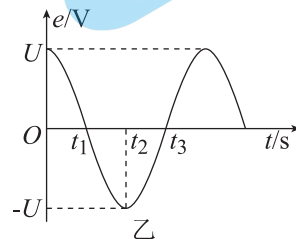
- A. $0.5 \text{ m} < x < 1 \text{ m}$
- B. $0.75 \text{ m} < x < 1.25 \text{ m}$
- C. $1.25 \text{ m} < x < 1.75 \text{ m}$
- D. $1.5 \text{ m} < x < 2.0 \text{ m}$



6. 如图甲所示为阴极射线管的原理示意图,其阳极和阴极分别连接电压可调节的电源的正负极,电子由阴极发射后向阳极运动,调节电源的输出电压,可以使阴极射线管在不同电压下工作。以阴极为坐标原点沿阴极阳极连线方向建立 x 轴,如图乙所示为阴极射线管某次工作时,阴极到阳极之间电势的变化图线,其内部空间可以划分为近阴极区、弧柱区、近阳极区三个部分,不计电子之间的相互作用,下列说法正确的是



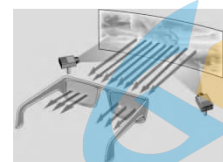
- 甲
- A. 阴极附近电场强度小于阳极附近
- B. 近阴极区内,随 x 的增大电场强度逐渐增大
- C. 电子在弧柱区做匀加速直线运动
- D. 电子由阴极向阳极运动时,加速度一直增大
7. 风力发电是一种绿色环保的清洁能源,统计显示,我国风力发电规模已经连续 12 年位居世界第一。根据电磁感应的基本原理,风力发电可建立如下模型,叶片长度为 l 的风轮机在风的驱动下,带动内部矩形线圈在匀强磁场中绕垂直磁场的轴匀速转动产生交流电。假设空气密度为 ρ ,风速为 v ,发电机将风的动能转化为电能的效率为 η ,发电机正常工作时线圈中产生如图乙所示的正弦交流电,下列说法正确的是



- 甲
- A. 发电机的发电功率 $P = \frac{1}{2} \pi \rho l^2 v^3$
- B. 若风速加倍,则发电机的功率将变为 8 倍
- C. 发电机线圈输出电压的有效值为 U
- D. $t = t_1$ 时,发电机线圈中磁通量的变化率最大

二、多项选择题:本题共 3 小题,每小题 6 分,共 18 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

8. 光学现象是日常生活中最常见的物理现象之一,科学研究表明,眼睛接收到的光信息占人体接收到信息量的 80% 以上,下列对四幅图中有关光现象及其应用的说法正确的是



甲

乙

丙

丁

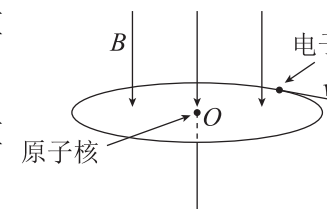
- A. 甲图中,阳光下的肥皂泡呈现彩色,属于光的衍射现象
- B. 乙图中,海面上方出现的海市蜃楼,属于光的全反射现象
- C. 丙图中,3D 眼镜观看电影的原理,应用了光的干涉原理
- D. 丁图中,照相机镜头前的增透膜,应用了光的干涉原理

9. 某兴趣小组制作了如图所示的水火箭,实验时瓶内的高压气体将水快速喷出,火箭获得竖直向上的初速度,设火箭上升的最大高度为 h ,水火箭外壳的质量为 M ,水的质量为 m ,假设水在极短时间内以不变的速度喷出,不计空气阻力,重力加速度为 g ,则下列说法正确的是



- A. 火箭发射过程中系统的机械能守恒
- B. 高压气体释放的能量为 Mgh
- C. 高压气体对火箭外壳做的功为 Mgh
- D. 水瞬间喷出时水流相对火箭外壳的喷出速度为 $\frac{M+m}{m} \sqrt{2gh}$

10. 抗磁性,也称反磁性,是指物质处在外加磁场中时,对磁场产生微弱斥力的一种磁性现象。对抗磁性的解释,可以采用如下经典模型,电子绕 O 处的原子核沿顺时针(俯视时)做匀速圆周运动,其在 O 处产生的磁感应强度大小为 B_0 。假设外加竖直方向、磁感应强度大小为 $B (B > B_0)$ 的匀强磁场后,电子轨道的半径保持不变,电子圆周运动的速率会发生改变,从而产生抗磁性。对于抗磁性的解释,下列说法正确的是

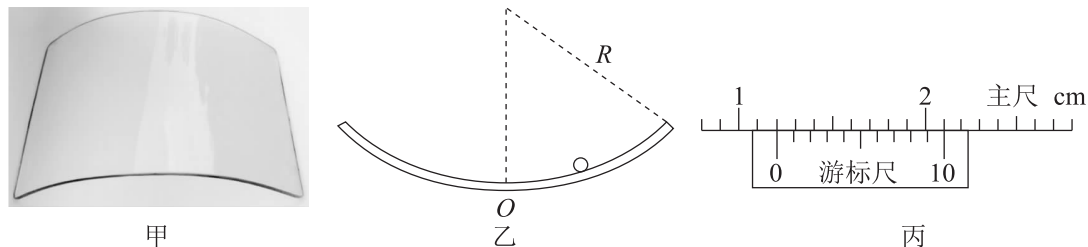


- A. 若外界磁场方向竖直向下,电子的速率会增大, O 处磁感应强度小于 $B - B_0$
- B. 若外界磁场方向竖直向下,电子的速率会减小, O 处磁感应强度大于 $B - B_0$
- C. 若外界磁场方向竖直向上,电子的速率会减小, O 处磁感应强度小于 $B + B_0$
- D. 若外界磁场方向竖直向上,电子的速率会增大, O 处磁感应强度大于 $B + B_0$

三、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分。

11. (8 分)

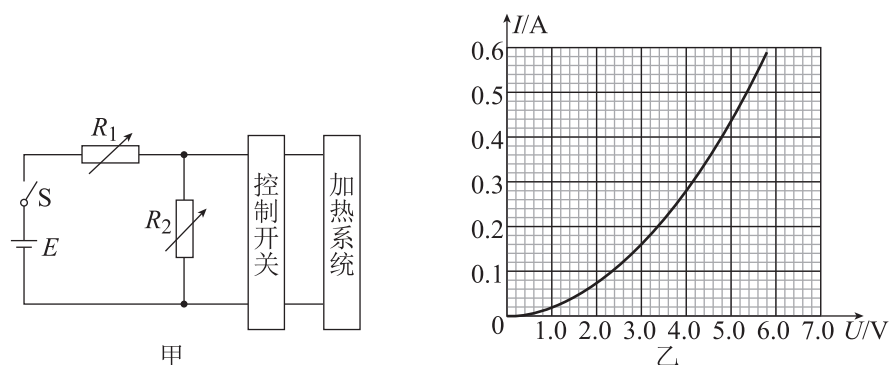
如图甲所示的曲面玻璃在建筑领域应用广泛,通常被应用于玻璃外墙、弧形楼梯、浴室等场景。现有一柱面形状的圆弧玻璃,某实验小组设计实验,应用单摆周期公式测量其截面的曲率半径,实验器材有:待测曲面玻璃一块(柱面形状,弧面半径 R 约为 1 m),秒表,光滑的小铁球等。实验步骤如下:



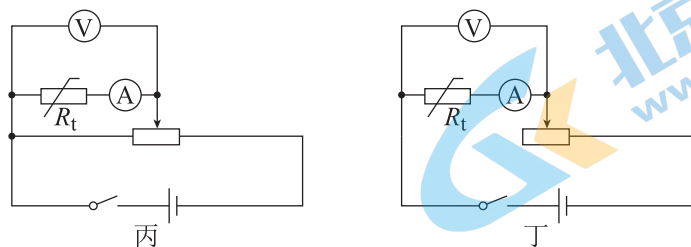
- (1) 用游标卡尺测量小铁球的直径, 读数如图丙所示, 则小铁球直径 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ cm。
- (2) 将曲面玻璃凸面朝下固定在水平地面上, 形成曲面凹槽, 其垂直轴线的竖直面如图乙所示, 将小球静止在凹槽底部, 记录其静止时的平衡位置 O 。
- (3) 将小铁球由靠近玻璃底部的某位置由静止释放, 在平衡位置按下秒表开始计时, 同时数下数字“0”, 若同方向再次经过该位置时记为“1”, 在数到“30”时停止秒表, 读出这段时间 t , 算出振动周期 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (4) 若重力加速度大小为 g , 用测得的数据表示弧形玻璃的截面半径 $R = \underline{\hspace{2cm}}$ (用测得物理量的字母表示)。
- (5) 若在计时时将全振动的次数多数了一次, 则弧形玻璃截面半径 R 的测量值将 (填“偏大”“偏小”或“不变”)。

12. (8 分)

随着现代生活节奏加快和人民生活水平的提高, 暖奶器成为很多新生儿家庭的必备物品。某物理兴趣小组利用热敏电阻设计了如图甲所示的奶液加热电路。(计算结果均保留三位有效数字)



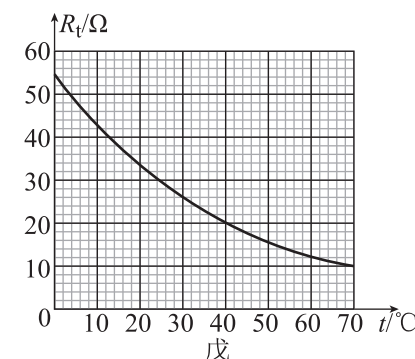
- (1) 兴趣小组首先测出热敏电阻的 $I - U$ 图像如图乙所示, 实验过程中电压表示数可以从 0 开始调节, 他们应该选用下图中的 (填“丙”或“丁”)。



高二物理 第 5 页 (共 8 页)

- (2) 已知电源电动势为 3.0 V , 内阻为 1.5Ω , 定值电阻阻值为 8.5Ω , 若直接将电源、定值电阻和热敏电阻构成闭合回路, 此时该热敏电阻的阻值 R_t 应该为 Ω 。

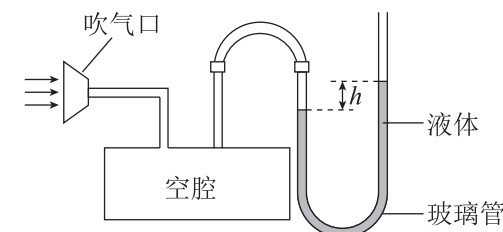
- (3) 若热敏电阻的阻值随温度变化如图戊所示, 图甲原理电路中, 电源电动势为 5.0 V (内阻不计), 当控制开关两端电压大于 3.0 V 时, 加热系统进入加热模式, 否则加热系统切换为保温模式。现在要求奶液的温度保持为 40.0°C , 若温度低于 40.0°C , 系统自动进入加热状态, 否则系统进入保温状态。则甲电路中, 电阻 (填“ R_1 ”或“ R_2 ”) 为定值电阻, 其阻值应为 Ω 。



13. (10 分)

肺活量是指在标准大气压 p_0 下, 人尽力吸气后呼出气体的体积, 是衡量心肺功能的重要指标。如图所示为某同学自行设计的肺活量测量装置, 体积为 V_0 的空腔通过细管与吹气口和外部玻璃管密封连接, 玻璃管内装有密度为 ρ 的液体用来封闭气体。测量肺活量前, 玻璃管两侧的液面高度相同。测量肺活量时, 被测者尽力吸足空气, 通过吹气口将肺部的空气尽力吹入空腔中, 若此时玻璃管两侧的液面高度差为 h , 大气压为 p_0 保持不变, 重力加速度为 g , 忽略气体温度的变化和细管内气体的体积, 求:

- (1) 人的肺活量;
- (2) 在标准状态下, 某游泳运动员的肺活量为 $V = 5.6 \text{ L}$, 空气的摩尔体积为 $V_{\text{mol}} = 22.4 \text{ L/mol}$, 阿伏加德罗常数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 求该运动员一次能呼出的气体分子数 n 。(结果保留两位有效数字)



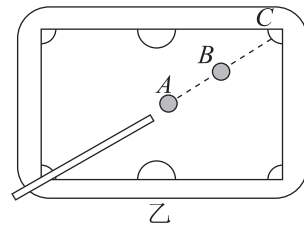
高二物理 第 6 页 (共 8 页)

14. (11 分)

桌球又称台球,是一种常见的室内体育运动项目,通过球杆在台上击球,使主球与目标球发生碰撞,而在物理上通常用碰撞恢复系数 α 描述碰撞情况,如主球 A 以速度 v 与目标球 B 发生碰撞,碰后瞬间主球和目标球速度分别为 v_1 、 v_2 ,碰撞恢复系数 $\alpha = \frac{v_2 - v_1}{v}$ 。若所用主球和目标球质量相同,两球所受阻力均为重力的 $\frac{1}{5}$,两球均可视为质点,碰撞前后始终在一条直线上运动,重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

(1)当主球 A 以速度 $v = 3.5 \text{ m/s}$ 与目标球 B 相碰时,碰后目标球运动 $l = 2.25 \text{ m}$ 停止,求两球间的碰撞恢复系数 α ;

(2)已知两球碰撞恢复系数 $\alpha' = 1$,某次练习中,主球 A 、目标球 B 与球袋 C 处于同一条直线上,主球获得沿 ABC 连线方向的初速度 v_0 后与目标球碰撞, AB 距离 $l_1 = 1.0 \text{ m}$, BC 距离 $l_2 = 1.5 \text{ m}$,目标球在球袋处的速度不大于 $v_c = \sqrt{30} \text{ m/s}$ 才能落入球袋,求为使目标球落入球袋,主球 A 初速度 v_0 的取值范围。



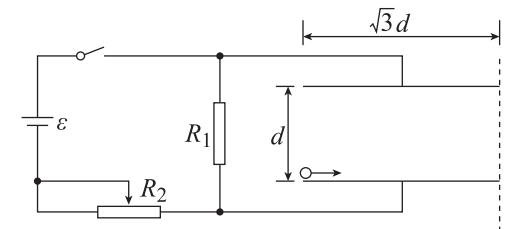
15. (17 分)

如图所示,直流电源(不计内阻)与阻值为 R_1 的定值电阻、滑动变阻器 R_2 以及水平放置的平行板电容器构成闭合回路,平行板电容器的板间距为 d 、板长为 $\sqrt{3}d$,板间存在垂直纸面向外的匀强磁场。质量为 m 、带电量为 $-q$ 的小球以某一水平初速度从电容器下极板左边缘无碰撞的进入电容器。已知重力加速度大小为 g ,电源电动势 $\epsilon = \frac{4mgd}{q}$,小球向右飞入电容器的初速度为 $v_0 = \frac{\sqrt{gd}}{2}$,不计电场、磁场边缘效应,不计空气阻力。

(1)若滑动变阻器接入电路中的阻值 $R_2 = 7R_1$,且小球恰好做匀速直线运动,求匀强磁场的磁感应强度大小 B_0 ;

(2)若小球在板间恰好做匀速圆周运动,且能从两极板间飞出,求 R_2 接入电路中的阻值,以及磁感应强度大小的取值范围;

(3)若滑动变阻器接入电路的阻值 $R_2 = 7R_1$,匀强磁场的磁感应强度 $B = \frac{2m}{q} \sqrt{\frac{g}{d}}$,求小球在板间运动过程中偏离下极板的最大距离 H 。



2022—2023 学年度茂名市普通高中高二年级教学质量监测

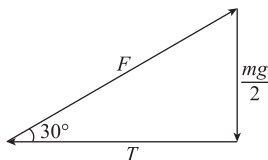
物理参考答案及解析

一、单项选择题

1. B **【解析】** 经过 a 、 c 两时刻时,共享单车速度的方向相同,加速度的方向相反,故 A 项错误;经过 a 、 b 两时刻时,共享单车速度的方向和加速度的方向均相同,故 B 项正确;从 a 点到 b 点过程中,共享单车的速度增大,加速度减小,故 C 项错误;整个运动过程中,共享单车的加速度先减小为零,后反向增大,故 D 项错误。

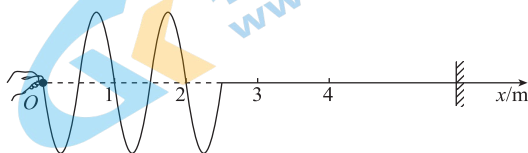
2. C **【解析】** 氦核与氦核聚变为氦核会释放能量,故 A 项正确;所有核反应都遵从电荷数守恒和质量数守恒,故 B 项正确;比结合能越大的核越稳定,故 C 项错误;中子(${}_0^1\text{n}$)轰击铀核(${}_{92}^{235}\text{U}$)发生的反应属于裂变反应,故 D 项正确。

3. C **【解析】** 设悬点处对绳子的拉力为 F ,最低点处绳子的张力为 T ,对右半个拉花受力分析如图所示,则
- $$F = \frac{mg}{\sin 30^\circ} = mg, T = \frac{mg}{\tan 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}mg}{2}, \text{故 A、B 项错误;}$$
- 增大绳子两端悬点的水平距离, F 与水平方向的夹角减小, F 和 T 都将增大,故 C 项正确, D 项错误。



4. D **【解析】** 卫星的地面发射速度要大于第一宇宙速度 7.9 km/s ,小于第二宇宙速度 11.2 km/s ,故 A 项错误;根据 $\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r$,知 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$,距离地面越高的卫星,角速度越小,故 B 项错误;重力势能 $E_p = mgh$,既跟卫星高度有关,又跟卫星质量有关,故 C 项错误;根据机械能守恒定律,沿椭圆轨道运动的卫星,其近地点的重力势能小,动能大,远地点的重力势能大,动能小,故 D 项正确。

5. B **【解析】** 绳波的波长为 $\lambda = 1 \text{ m}$, 4 s 传播了 4 个波长的距离,故周期 $T = 1 \text{ s}$,则绳波的波速为 1 m/s , $t = 2.5 \text{ s}$ 时,绳波传播的距离为 2.5 m ,波形如图所示,则质点速度竖直向上的区间为 $0.75 \text{ m} < x < 1.25 \text{ m}$ 、 $1.75 \text{ m} < x < 2.25 \text{ m}$,故 B 项正确。



6. C **【解析】** 在电场的 $\varphi - x$ 图像中,图线的斜率反映了场强的大小,则近阴极区和近阳极区内均为匀强电场,且阴极附近电场强度大于阳极附近,故 A、B 项错误;弧柱区内,图线斜率保持不变,则电场强度保持不变,电子做匀加速直线运动,故 C 项正确;电子由阴极向阳极运动时,根据 $eE = ma$,每个区域加速度保持不变,故 D 项错误。

7. B **【解析】** 单位时间吹到叶片上的风的质量为 $m = \pi \rho l^2 v$,根据能量守恒可得发电机的发电功率 $P = \frac{1}{2} m v^2 \eta = \frac{1}{2} \pi \rho l^2 v^3$,若风速加倍,则发动机的功率将变为 8 倍, A 项错误, B 项正确;发电机的输出电压有效值为 $\frac{\sqrt{2}U}{2}$,故 C 项错误; $t = t_1$ 时,电动势的瞬时值为零,此时发电机线圈中磁通量的变化率为零,故 D 项错误。

二、多项选择题

8. BD **【解析】** 阳光下的肥皂泡呈现彩色,属于光的干涉现象,故 A 项错误;海面上方出现的海市蜃楼,属于光的全反射现象,故 B 项正确;3D 眼镜观看电影,应用了光的偏振原理,故 C 项错误;照相机镜头前的增透膜,应用了光的干涉原理,故 D 项正确。

9. CD **【解析】** 发射过程中,气体的内能转化为火箭系统的动能,机械能不守恒,故 A 项错误;设火箭发射的初速度为 v_1 ,火箭做竖直上抛运动知 $v_1 = \sqrt{2gh}$,若水喷出的初速度为 v_2 ,根据动量守恒 $Mv_1 = mv_2$ 知 $v_2 = \frac{M}{m} \sqrt{2gh}$,高压气体对火箭外壳做功 $W = \frac{1}{2} Mv_1^2 = Mgh$,故 C 项正确;高压气体释放总能量为 $E = \frac{1}{2} Mv_1^2 + \frac{1}{2} mv_2^2, E = \frac{M}{m} (M+m) gh$,故 B 项错误;水流相对火箭外壳的速度为 $v = v_1 + v_2 = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gh}$,故 D 项正确。

10. AC **【解析】**外加匀强磁场方向为竖直向下时,电子所受洛伦兹力指向圆心,向心力增大,由于运动半径不变,所以电子做圆周运动的线速度增大,由于电子做圆周运动产生了环形电流,随电子速度的增大,电流增大,电子运动产生的竖直向上的磁感应强度增大, O 处合磁场小于 $B-B_0$,故A项正确,B项错误;外加匀强磁场方向为竖直向上时,电子所受洛伦兹力背离圆心,向心力减小,由于运动半径不变,所以电子做圆周运动的线速度减小,电子运动产生的竖直向上的磁感应强度减小, O 处合磁场小于 $B+B_0$,故C项正确,D项错误。

三、非选择题

11. (1) 1.20(2分)

(3) $\frac{t}{30}$ (2分)

(4) $g\left(\frac{t}{60\pi}\right)^2 + \frac{d}{2}$ (2分)

(5) 偏小(2分)

【解析】(1)由图丙中主尺及游标尺的示数可知小球直径 $d=1.1\text{ cm}+0.01\text{ cm}\times 10=1.20\text{ cm}$ 。

(3)从小铁球经过平衡位置开始计时, $0\sim t$ 时间内同方向经过平衡位置30次,则小铁球的振动周期 $T=\frac{t}{30}$ 。

(4)振动周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$,其中 $T=\frac{t}{30}$, $l=R-\frac{d}{2}$,

则弧形玻璃的截面半径 $R=\frac{gT^2}{4\pi^2}+\frac{d}{2}=g\left(\frac{t}{60\pi}\right)^2+\frac{d}{2}$ 。

(5)若在计时时将全振动的次数多数了一次,则周期 T 将偏小,由(4)可知弧形玻璃截面半径 R 的测量值将偏小。

12. (1) 丙(2分)

(2) 27.5 Ω (26.0 $\Omega\sim 28.0\text{ }\Omega$, 2分)

(3) R_1 (2分) 13.3 Ω (2分)

【解析】(1)由图乙可知电压从0开始变化,则滑动变阻器应采用分压式接法,该兴趣小组选用的是丙电路。

(2)将电源、定值电阻、热敏电阻串联,则电源和定值电阻组成的等效电源的电动势为3.0 V,内阻为 $1.5\text{ }\Omega+8.5\text{ }\Omega=10\text{ }\Omega$,在图乙中做出等效电源的 $I-U$ 曲线,读出其与热敏电阻 $I-U$ 曲线的交点坐

标为(2.2 V, 0.08 A), $R_1=\frac{2.2}{0.08}\text{ }\Omega=27.5\text{ }\Omega$ 。

(3)由图甲可知控制开关两端的电压为电阻 R_2 两端的电压,则 $U_2=\frac{R_2}{R_1+R_2}E$,由图戊可知热敏电阻的阻值随温度降低而增大,根据题意可知温度降低 U_2 应增大,即电阻 R_1 减小或电阻 R_2 增大,综上可得电阻 R_1 为定值电阻;根据题意可知系统自动进入加热状态需满足 $U_2>3.0\text{ V}$,由图戊可知当 $t=40\text{ }^\circ\text{C}$ 时,热敏电阻的阻值为20 Ω ,代入数据可得定值电阻 R_1 的阻值应为 $R_1\approx 13.3\text{ }\Omega$ 。

13. **【解析】**(1)设人的肺活量为 V ,将空腔中的气体和人肺部的气体一起研究

初状态 $p_1=p_0$, $V_1=V_0+V$

末状态 p_2 , $V_2=V_0$

根据压强关系有 $p_2=p_0+\rho gh$ (2分)

根据玻意耳定律有 $p_1V_1=p_2V_2$ (2分)

联立解得 $V=\frac{\rho gh}{p_0}V_0$ (2分)

(2)空气分子数 $n=\frac{V}{V_{\text{mol}}}N_A$ (2分)

代入数值得 $n=1.5\times 10^{23}$ 个 (2分)

14. **【解析】**(1)两球做匀减速直线运动时,设加速度为 a ,根据牛顿第二定律有 $\mu mg=ma$,解得

$a=\mu g=2\text{ m/s}^2$ (1分)

目标球做匀减速直线运动,根据运动学公式

$v_2^2=2al$,解得 $v_2=3\text{ m/s}$ (1分)

根据动量守恒 $mv=mv_1+mv_2$,解得 $v_1=0.5\text{ m/s}$

(1分)

则恢复系数 $\alpha=\frac{v_2-v_1}{v}=\frac{5}{7}$ (1分)

(2)碰撞系数 $\alpha'=1$,即 $v=v_2-v_1$ (1分)

两球碰撞过程,根据动量守恒有

$mv=mv_1+mv_2$ (1分)

联立可得 $v_1=0$, $v_2=v$,即两球碰撞过程会交换速度 (1分)

设目标球碰后速度为 v_3 时,恰好能落入球袋,此时主球初速度为最小值 v_{min} ,则

$v_3^2=2al_2$,解得 $v_3=\sqrt{6}\text{ m/s}$ (1分)

主球匀减速直线运动,满足

$v_{\text{min}}^2-v_3^2=2al_1$,解得 $v_{\text{min}}=\sqrt{10}\text{ m/s}$ (1分)

设目标球碰后速度为 v_4 时,其在球袋处的速度恰为 $v_c=\sqrt{30}\text{ m/s}$,此时主球初速度为最大值 v_{max} ,则

$$v_4^2 - v_C^2 = 2al_2, v_4 = 6 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

主球匀减速直线运动, 满足

$$v_{\max}^2 - v_4^2 = 2al_1, v_{\max} = 2\sqrt{10} \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

主球在 A 点的初速度范围为

$$\sqrt{10} \text{ m/s} \leq v_0 \leq 2\sqrt{10} \text{ m/s}$$

15. 【解析】(1) 根据欧姆定律有 $I = \frac{\epsilon}{R_1 + R_2}, U = IR_1$

解得 $U = \frac{mgd}{2q} \quad (1 \text{ 分})$

极板间电场强度大小 $E = \frac{U}{d} = \frac{mg}{2q} \quad (1 \text{ 分})$

小球恰好做匀速直线运动, 根据力的平衡

$$qE + qv_0 B_0 = mg \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $B_0 = \frac{mg}{2qv_0} = \frac{m}{q} \sqrt{\frac{g}{d}} \quad (1 \text{ 分})$

(2) 小球恰好做匀速圆周运动, 则重力与电场力平衡, $qE' = mg \quad (1 \text{ 分})$

定值电阻 R_1 两端的电压 $U' = E'd$

根据闭合电路中的分压关系有

$$\frac{U'}{\epsilon} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (1 \text{ 分})$$

联立解得 $R_2 = 3R_1 \quad (1 \text{ 分})$

小球恰好从两板间右侧飞出时, 设其圆周运动的半径为 r_1 , 由几何知识可得

$$r_1^2 = (r_1 - d)^2 + (\sqrt{3}d)^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $r_1 = 2d \quad (1 \text{ 分})$

小球恰好从两板间左侧飞出时, 设其圆周运动的半径为 r_2 , 则

$$r_2 = \frac{d}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

根据洛伦兹力提供向心力有

$$qv_0 B = \frac{mv_0^2}{r} \quad (1 \text{ 分})$$

圆周运动的半径取值范围为 $r > 2d$ 或 $r < \frac{d}{2}$, 则磁感应强度大小的取值范围为

$$B > \frac{m}{q} \sqrt{\frac{g}{d}} \text{ 或 } B < \frac{m}{4q} \sqrt{\frac{g}{d}} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 根据(1)可知当 $R_2 = 7R_1$ 时小球所受电场力大

$$小 F = qE = \frac{1}{2}mg, \text{ 方向竖直向上}$$

设小球最高点时速度大小为 v , 根据动能定理有

$$FH - mgH = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

小球向上偏转, 设到最高点所用时间为 t , 这段时间内竖直方向平均速度为 v_y , 则对应的洛伦兹力水平方向分力的冲量为

$$qv_y B t = qBH \quad (1 \text{ 分})$$

根据水平方向的动量定理, 以水平向左为正方向, 有

$$qBH = -mv - m(-v_0) \quad (1 \text{ 分})$$

联立解得 $v = 0, H = \frac{1}{4}d \quad (1 \text{ 分})$