

## 高三物理

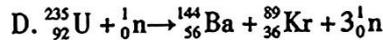
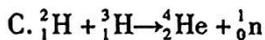
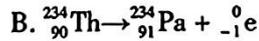
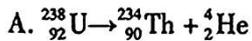
2024.04

本试卷共 8 页,100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上,在试卷上作答无效。考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

## 第一部分

本部分共 14 题,每题 3 分,共 42 分。在每题列出的四个选项中,选出最符合题目要求的一项。

1. 位于我国广东江门的中微子实验室正在有序建设中,中微子是科学家在研究  $\beta$  衰变过程中预言并发现的一种粒子,对人类了解物质的微观结构和宇宙的起源与演化具有重要意义。以下核反应方程属于  $\beta$  衰变的是



2. 下列说法正确的是

A. 扩散现象是不同物质进行的化学反应

B. 布朗运动就是固体分子的无规则运动

C. 物体温度升高时每一个分子的动能都增大

D. 分子间的作用力为 0 时分子势能最小

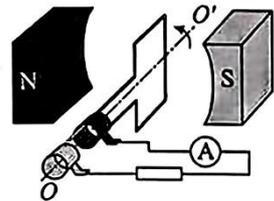
3. 如图所示为交流发电机的示意图,装置中两磁极之间产生的磁场可近似为匀强磁场,磁感应强度为  $B$ 。匝数为  $n$ 、面积为  $S$  的矩形线圈在磁场中绕垂直于磁场的轴  $OO'$  匀速转动,角速度为  $\omega$ ,回路中总电阻为  $R$ 。下列说法正确的是

A. 线圈在图示位置时通过线圈的磁通量为 0

B. 从图示位置开始计时感应电动势瞬时值的表达式为  $nBS\omega\cos\omega t$

C. 回路中电流的有效值为  $\frac{\sqrt{2}nBS\omega}{2R}$

D. 回路中的电功率为  $\frac{n^2 B^2 S^2 \omega^2}{R}$



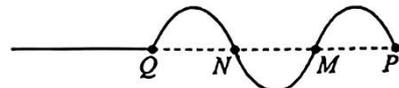
4. 绳上质点  $P$  在外力作用下从平衡位置开始沿竖直方向做简谐运动,带动绳上各点依次上下振动。振动传到质点  $Q$  时绳子上的波形如图所示。已知波的传播速度为  $v$ ,  $P$ 、 $Q$  平衡位置间的距离为  $L$ ,下列说法正确的是

A. 质点  $M$  此时向下振动

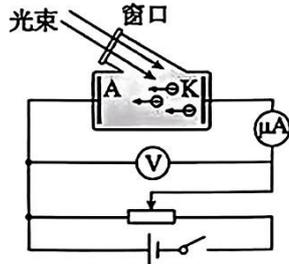
B. 质点  $P$  的振动周期为  $\frac{3L}{2v}$

C. 质点  $P$  开始振动的方向是向下的

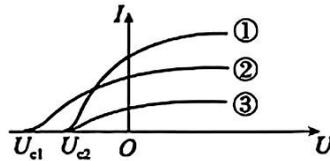
D. 开始振动后,  $P$ 、 $N$  两质点的振动步调总是一致



5. 木星有 4 颗卫星是伽利略发现的,称为伽利略卫星,其中有两颗卫星的轨道半径之比约为 1:4。根据以上信息可知这两颗卫星的
- A. 线速度大小之比约为 1:2                      B. 周期之比约为 1:8
- C. 向心加速度大小之比约为 4:1                D. 向心力大小之比约为 16:1
6. 用图甲所示的电路研究光电效应中电子发射的情况与照射光的强弱、光的颜色(频率)等物理量之间的关系。分别用三束光照射同一阴极 K 进行了三次实验,得到电流表示数  $I$  与电压表示数  $U$  之间的关系如图乙所示。下列说法正确的是

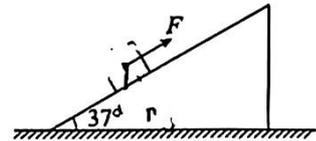


甲

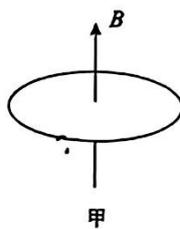


乙

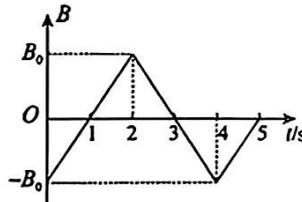
- A. 入射光光子的能量① > ② > ③                      B. 光电子的最大初动能① > ② > ③
- C. 单位时间照射到 K 上的光子数① > ③                D. 照射到 K 上时金属的逸出功②最大
7. 如图所示,水平地面上放置一个质量为 10kg、倾角为  $37^\circ$  的斜面体。一个质量为 5 kg 的箱子在平行于斜面的拉力  $F$  作用下,沿斜面体匀速上滑,斜面体保持静止。已知箱子与斜面间的动摩擦因数为 0.25,重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ 。下列说法正确的是
- A. 箱子对斜面体压力的大小为 30N
- B. 拉力  $F$  的大小为 10N
- C. 斜面体对地面压力的大小为 150N
- D. 地面给斜面体的摩擦力大小为 32N



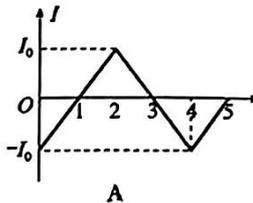
8. 如图甲所示,在竖直方向的匀强磁场中,水平放置一圆形导体环,磁场的磁感应强度  $B$  随时间  $t$  变化的关系如图乙所示。规定磁场竖直向上为正,导体环中电流沿顺时针方向(俯视)为正,导体环中感应电流随时间变化的图像正确的是



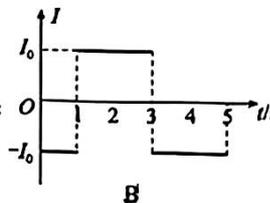
甲



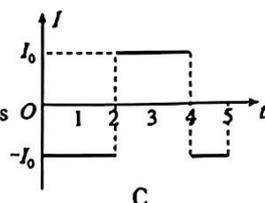
乙



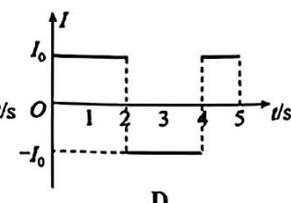
A



B



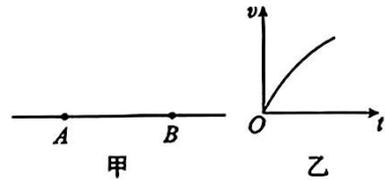
C



D

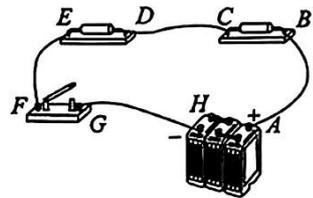
9. 如图甲所示,  $A$ 、 $B$  是某点电荷电场中一条电场线上的两点, 一个电子仅在静电力的作用下从  $A$  点运动到  $B$  点的  $v-t$  图像如图乙所示。下列说法正确的是

- A. 该点电荷为正电荷
- B. 电子在  $A$  点受到的电场力小于在  $B$  点受到的电场力
- C.  $A$  点的电势高于  $B$  点的电势
- D. 电子在  $A$  点的电势能大于在  $B$  点的电势能



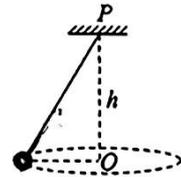
10. 如图所示, 电源电动势为  $6V$ , 电路中有  $AB$ 、 $CD$ 、 $EF$ 、 $GH$  四根连接电路的导线, 其中一根导线内部的铜丝是断的, 电路其余部分完好。为了查出故障导线, 某同学选用多用电表直流  $10V$  挡, 闭合开关后, 将多用电表红表笔接在  $A$  接线柱上, 黑表笔依次接在  $B$ 、 $D$ 、 $F$  所示的接线柱上, 多用电表的示数分别为  $0V$ 、 $0V$ 、 $6V$ 。可判断出故障导线是

- A.  $AB$
- B.  $CD$
- C.  $EF$
- D.  $GH$



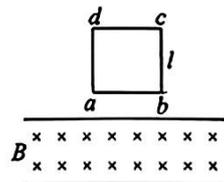
11. 如图所示, 质量为  $m$  的小球用长为  $l$  的细线悬于  $P$  点, 使小球在水平面内以角速度  $\omega$  做匀速圆周运动。已知小球做圆周运动时圆心  $O$  到悬点  $P$  的距离为  $h$ , 重力加速度为  $g$ 。下列说法正确的是

- A. 绳对小球的拉力大小为  $m\omega^2 l$
- B. 小球转动一周, 绳对小球拉力的冲量为  $0$
- C. 保持  $h$  不变, 增大绳长  $l$ ,  $\omega$  增大
- D. 保持  $h$  不变, 增大绳长  $l$ , 绳对小球拉力的大小不变



12. 如图所示, 质量为  $m$ 、电阻为  $R$ 、边长为  $l$  的单匝正方形导线框  $abcd$  从某一高度处自由下落, 匀速穿过一磁感应强度为  $B$  的匀强磁场, 磁场方向垂直纸面向里。不计空气阻力, 重力加速度为  $g$ 。下列说法正确的是

- A. 磁场区域的宽度小于  $l$
- B. 线框进入磁场时的速度大小为  $\frac{mg}{Bl}$
- C. 线框穿过磁场过程中产生的焦耳热为  $mgl$
- D. 线框进入和穿出磁场过程中通过导线横截面的电荷量均为  $\frac{Bl^2}{R}$

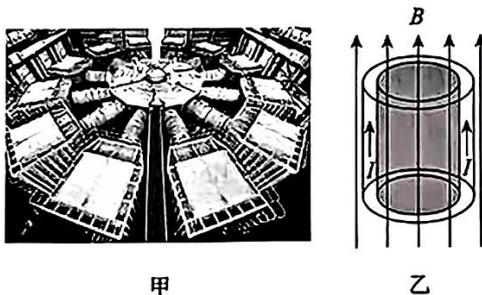


13. 如图所示, 让  ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$  和  ${}^4_2\text{He}$  的混合物由静止开始从  $A$  点经同一加速电场加速, 然后穿过同一偏转电场。下列说法正确的是

- A. 进入偏转电场时三种粒子具有相同的速度
- B. 进入偏转电场时三种粒子具有相同的动能
- C. 三种粒子从不同位置沿不同方向离开偏转电场
- D. 三种粒子从相同位置沿相同方向离开偏转电场



14. 如图甲所示,中国工程物理研究院建立的“聚龙一号”实现了我国磁化套筒惯性约束聚变装置零的突破。该装置实现聚变的核心区域为一个半径为  $r$  (大约为  $1\text{cm}$ )、类似指环的金属套筒。套筒放在轴向的匀强磁场  $B$  中,内部空间充满固定体积的氘氚气体(如图乙阴影部分)。当沿轴向通入大电流  $I$  后,金属套筒迅速在  $100\text{ns}$  时间内汽化成等离子体。在洛伦兹力的作用下,等离子体向中心汇聚,压缩氘氚气体发生聚变反应释放出能量。大电流产生的磁场提供给套筒侧面的压强满足关系:  $P_m = \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2}$ , 其中  $\mu_0$  为常数。下列说法正确的是



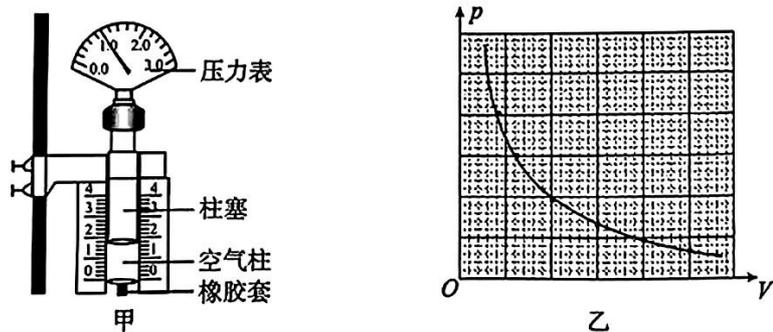
- A. 该装置将电能全部转化成聚变反应的核能  
 B. 外加磁场的作用是保证汽化后的等离子体受到轴向洛伦兹力的作用  
 C. 施加在套筒上的电流越大,越有利于聚变的发生  
 D. 套筒的厚度越大,汽化后的等离子体越容易向轴向运动,越有利于聚变的发生

## 第二部分

本部分共 6 题,共 58 分。

15. (8 分)

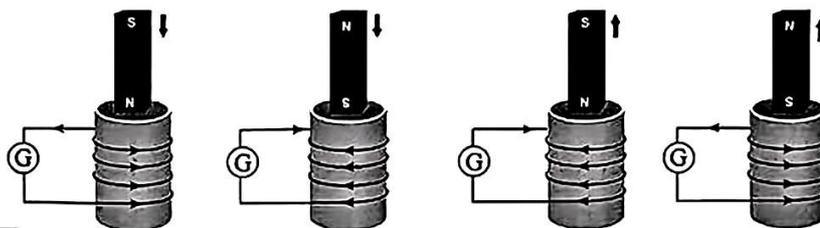
(1) 用图甲所示的装置探究气体的等温变化规律。



- ①下列哪些操作是必需的\_\_\_\_\_。
- A. 调节空气柱长度时柱塞应缓慢地向下压或向上拉  
 B. 测量空气柱的直径  
 C. 读取压力表示数  
 D. 读取空气柱的长度

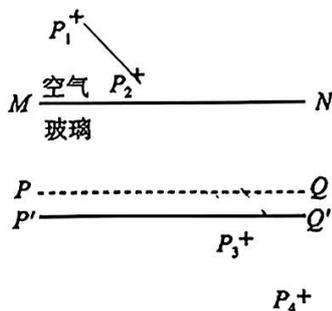
②某小组利用测量得到的数据绘制的  $p - V$  图像如图乙所示,该组同学猜测空气柱的压强跟体积成反比。如果想进一步通过图像来检验这个猜想是否合理,应当利用实验数据做出\_\_\_\_\_图像。

(2)“探究影响感应电流方向的因素”的实验示意图如图所示:灵敏电流计和线圈组成闭合回路,通过“插入”、“拔出”条形磁铁,使线圈中产生感应电流。记录实验过程中的相关信息,分析得出楞次定律。下列说法正确的是\_\_\_\_\_。



- A. 实验时必须保持磁铁运动的速率不变
- B. 该实验需要知道线圈的绕向
- C. 该实验需要记录磁铁的运动方向
- D. 该实验需要判断电流计指针偏转方向与通入电流方向的关系

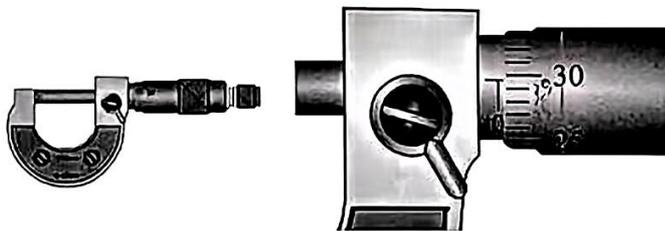
(3)某同学利用“插针法”测定玻璃的折射率。在画界面时,不小心将界面  $PQ$  画的比实际位置靠下一些,如图中  $P'Q'$  所示。若其他操作均正确,则测得的折射率与真实值相比\_\_\_\_\_ (选填“偏大”、“偏小”或“相同”)。



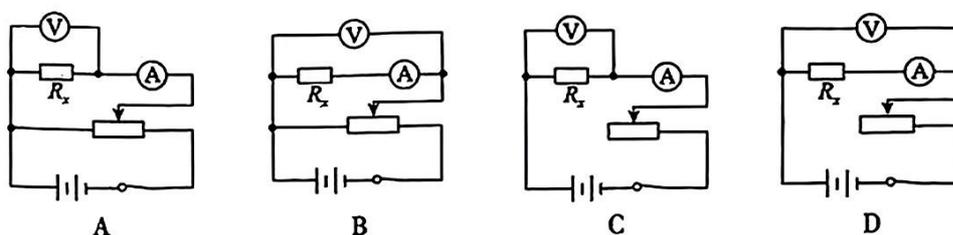
16. (10分)

在“测量金属丝电阻率”的实验中。

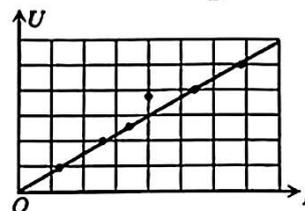
(1)如图所示,用螺旋测微器测量金属丝直径,则金属丝直径  $D =$  \_\_\_\_\_ mm;



(2)待测金属丝电阻较小,为使电阻的测量结果尽量准确,且金属丝两端的电压从零开始变化。以下实验电路符合要求的是\_\_\_\_\_;



(3)实验中改变滑动变阻器滑片的位置,读取多组电压、电流值,描绘出的  $U-I$  图线如图所示。若图线的斜率为  $k$ ,金属丝的长度为  $l$ ,直径为  $D$ ,则金属丝电阻率的表达式为\_\_\_\_\_;(用  $k, l, D$  表示)

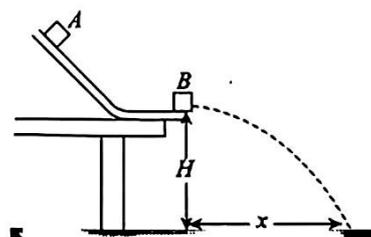


(4)某同学认为,在不改变电路结构的基础上,可以另外设计一种实验方案,通过改变金属丝长度,并利用某一电表测得的数据,作出相应的图像,进而通过图线的斜率求得金属丝的电阻率。请简要说明实验方案,并用斜率  $k'$  表示金属丝的电阻率(需要的其他物理量可自选符号表示)。

17. (9分)

如图所示,水平桌面上放置一光滑导轨,导轨距地面高度为  $H$ ,末端伸出桌面。质量为  $m$  的物块  $A$  从某一高度由静止释放,与导轨末端静止放置的质量也为  $m$  的物块  $B$  发生碰撞。碰后两物块粘在一起运动,落在地面上。落地点到抛出点的水平距离为  $x$ 。不计空气阻力,重力加速度为  $g$ 。求:

- (1)两物块碰撞后速度的大小  $v_0$ ;
- (2)物块  $A$  滑至导轨最低点时速度的大小  $v$ ;
- (3)碰撞过程中损失的机械能  $\Delta E$ 。



18. (9分)

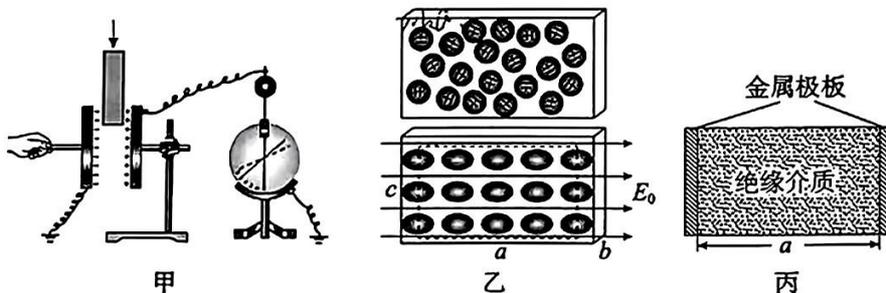
如图所示,十米跳台跳水是奥运跳水比赛项目之一,我国运动员在这一项目中占据绝对优势。已知十米跳台下面的池水深度约为5m,运动员质量约60kg,重力加速度 $g$ 取 $10\text{m/s}^2$ ,忽略空气阻力的影响。假设运动员由静止开始下落,沿直线运动到池底。

- (1)求运动员刚接触水面时的速度大小;
- (2)假设运动员入水后到达池底时的速度恰好为0,求运动员从刚接触水面到接触池底过程中受到的平均阻力的大小;
- (3)运动员完全入水后,由于人体的密度和水的密度几乎相等,所以其重力与浮力大小几乎相等,运动过程中受到水的阻力与速度的关系满足: $f = -kv$ 。假设运动员完全入水的瞬间速率为 $15\text{m/s}$ ,估算比例系数 $k$ 。



19. (11分)

- (1)如图甲所示,在探究平行板电容器电容的实验中,保持电容器所带电荷量 $Q$ 、两极板正对面积 $S$ 、极板间距 $d$ 都不变,在两极板间插入绝缘介质(如有机玻璃板)后,发现静电计指针张角变小。请根据实验现象推理说明两极板之间插入绝缘介质对平行板电容器电容 $C$ 的影响。



- (2)绝缘介质中只有不能自由移动的束缚电子和原子实(带正电)。把绝缘介质放入电场中,由于束缚电子和原子实的电性不同,受到静电力方向不同,因此束缚电子和原子实被“拉开”极小距离,最终的宏观效果为均匀介质表面出现正负电荷,如图乙所示。这种现象称为介质的极化,表面出现的电荷称为极化电荷。
  - a. 现有一长方体均匀绝缘介质,长、宽、高分别为 $a$ 、 $b$ 、 $c$ ,若沿 $a$ 方向施加场强为 $E_0$ 的匀强电场,绝缘介质表面单位面积产生的极化电荷量为 $P$ 。极化电荷分布在介质表面可视为平行板电容器,电容 $C = \frac{S}{4\pi kd}$ , $k$ 为静电力常量,不考虑边缘效应,求极化电荷产生电场的场强 $E$ 的大小;
  - b. 请根据上述材料,解释(1)中插入绝缘介质(如图丙所示)后电容器的电容变化的原因。(需要的物理量可自行设定)

20. (11 分)

“地磁爆”是由太阳风暴引起的:强烈的太阳风暴将大量的带电粒子(质子和电子)以极大的初速度向外抛射,到达地球后影响了地球磁场的分布,对地球的电力、通信产生影响。

(1)已知质量为  $m$  的质点在太阳的引力范围内所具有的势能为  $E_p = -G \frac{Mm}{r}$ ,  $r$  为质点到

太阳中心的距离。已知  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ , 太阳质量  $M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ , 太阳半径  $R = 7 \times 10^8 \text{ m}$ , 太阳到地球的距离  $L = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ , 太阳风初速度  $v_0 = 7 \times 10^5 \text{ m/s}$ , 质子的质量  $m = 1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ , 质子的电荷量  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。忽略地球对粒子的引力作用。

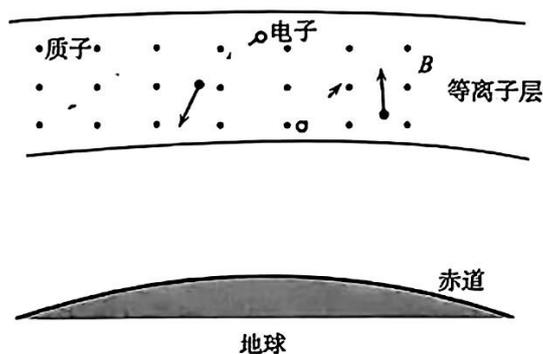
a. 估算质子到达地球附近时的速度的大小  $v$  (结果保留一位有效数字);

b. 地球周围存在磁场,赤道上空磁感应强度的方向平行于经线向北。假设在赤道上空某处存在厚度约为  $20 \text{ km}$  的匀强磁场区域,磁感应强度的大小约为  $3 \times 10^{-7} \text{ T}$ , 太阳风暴所产生的部分带电粒子垂直于赤道表面射向地球,通过计算判断其中的质子能否穿过该磁场区域。

(2)考虑地球引力的作用,上述匀强磁场区域内还存在重力场,重力场可认为是均匀的。

该区域内有大量的等离子体(质子和电子),故被称为等离子层。在磁场和重力场的共同作用下,等离子层中电子和质子的无规则热运动宏观上表现为赤道平面内绕地心的定向运动和其他运动的叠加,形成可观测的电流。已知该区域内磁场的磁感应强度为  $B$ , 重力加速度为  $g$ , 不计带电粒子间的相互作用,质子质量为  $m$ , 电量为  $q$ 。请利用运动的合成和分解,求质子绕地心定向运动的速度。

(提示:为简化模型,假设带电粒子无规则运动的速度方向仅局限在赤道平面内,如图所示)



(考生务必将答案答在答题卡上,在试卷上作答无效)