2024 北京丰台高三二模

物　　理

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 β 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 β 衰变的是（　　）

A. ${}^{238}_{92}\mathrm{U}\rightarrow{}^{234}_{90}\mathrm{Th}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$

B. ${}^{234}_{90}\mathrm{Th}\rightarrow{}^{234}_{91}\mathrm{Pa}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

C. ${}^{2}_{1}\mathrm{H}+{}^{3}_{1}\mathrm{H}\rightarrow{}^{4}_{2}\mathrm{He}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

D. ${}^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow{}^{144}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{89}_{36}\mathrm{Kr}+3{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

2. 下列说法正确的是（　　）

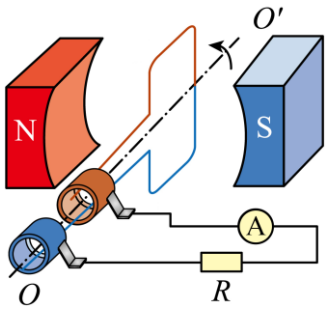
A. 扩散现象是不同物质进行的化学反应

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 ω，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

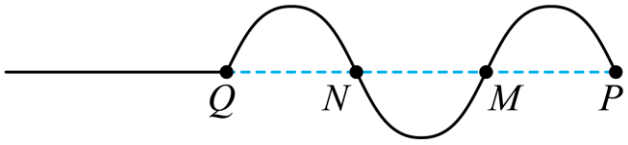
B. 从图示位置开始计时感应电动势瞬时值的表达式为 $nBS\omega\cos\omega t$

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

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

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 $\dfrac{3L}{2v}$

C. 质点 P 开始振动的方向是向下的

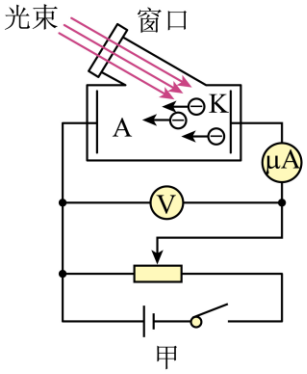
D. 开始振动后，P、N 两质点的振动步调总是一致

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（　　）

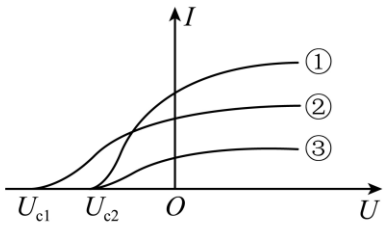
A. 线速度大小之比约为 $1:2$　　B. 周期之比约为 $1:8$

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

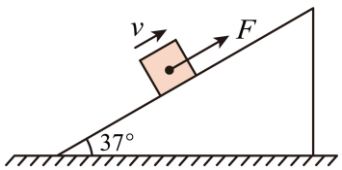
A. 入射光光子的能量①＞②＞③

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 $37°$ 的斜面体。一个质量为 5kg 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 $10\,\text{m/s}^2$，$\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$。下列说法正确的是（　　）



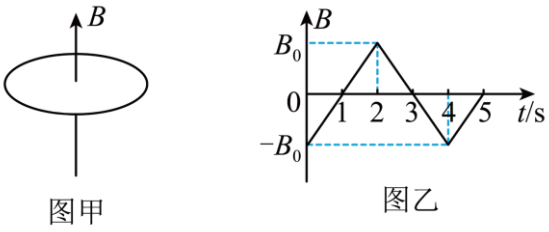
A. 箱子对斜面体压力的大小为 30N

B. 拉力 F 的大小为10N

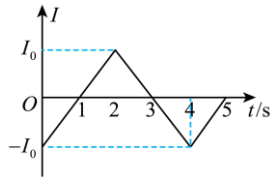
C. 斜面体对地面压力的大小为150N

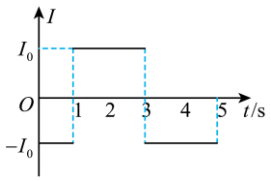
D. 地面给斜面体的摩擦力大小为32N

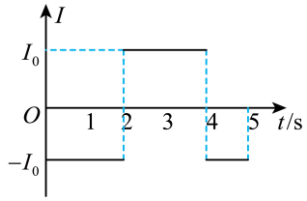
8. 如图甲所示，在竖直方向的匀强磁场中，水平放置一圆形导体环，磁场的磁感应强度 B 随时间 t 变化的关系如图乙所示。规定磁场竖直向上为正，导体环中电流沿顺时针方向（俯视）为正，导体环中感应电流随时间变化的图像正确的是（　　）

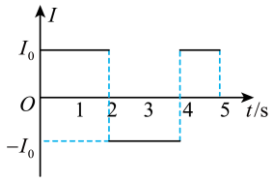


图甲　　图乙

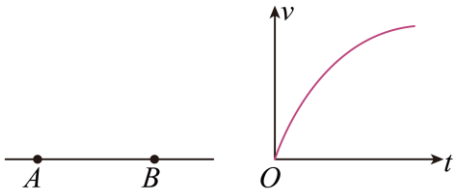
A. 

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（　　）



甲　　乙

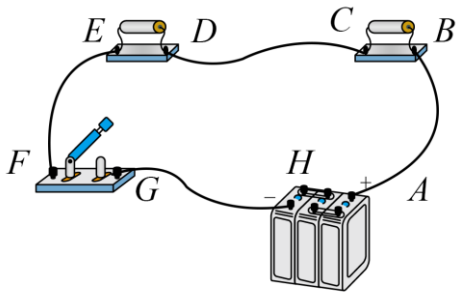
A. 该点电荷为正电荷

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

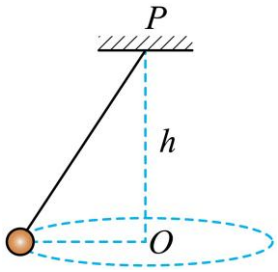
D. 电子在 A 点的电势能大于在 B 点的电势能

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 ω 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（　　）



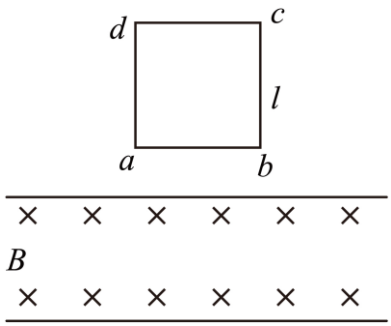
A. 绳对小球的拉力大小为 $m\omega^2 l$

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，ω 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（　　）



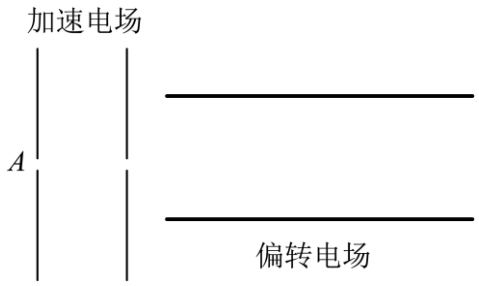
A. 磁场区域的宽度小于 l

B. 线框进入磁场时的速度大小为 $\dfrac{mg}{Bl}$

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 $\dfrac{Bl^2}{R}$

13. 如图所示，让 ${}_1^1\mathrm{H}$、${}_1^2\mathrm{H}$ 和 ${}_2^4\mathrm{He}$ 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（　　）



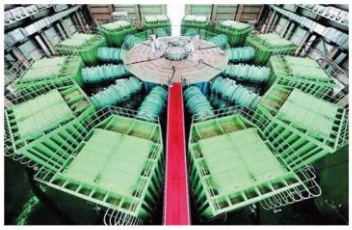
A. 进入偏转电场时三种粒子具有相同的速度

B. 进入偏转电场时三种粒子具有相同的动能

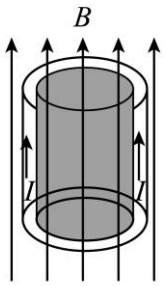
C. 三种粒子从不同位置沿不同方向离开偏转电场

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1cm）、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100ns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：$p_{\text{m}}=\dfrac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2}$，其中 μ_0 为常数。下列说法正确的是（　　）



甲



乙

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

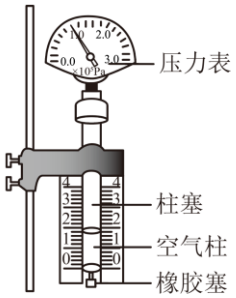
C. 施加在套筒上的电流越大，越有利于聚变的发生

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

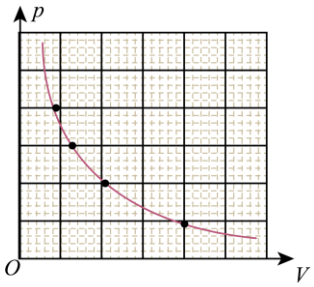
第二部分

本部分共 6 题，共 58 分.

15. 用图甲所示的装置探究气体的等温变化规律.



甲



乙

（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

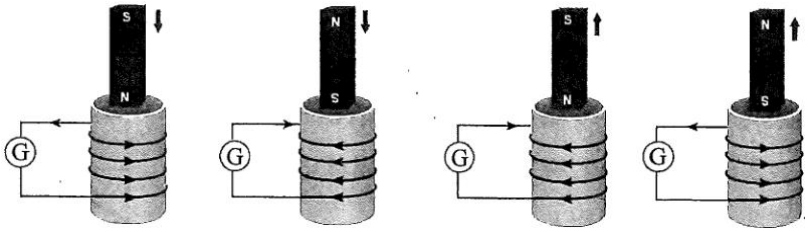
B. 测量空气柱的直径

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。

16. “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（　　）



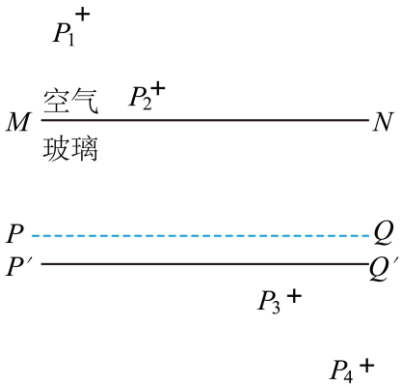
A. 实验时必须保持磁铁运动的速率不变

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

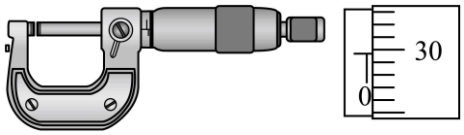
D. 该实验需要判断电流计指针偏转方向与通入电流方向的关系

17. 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”）。

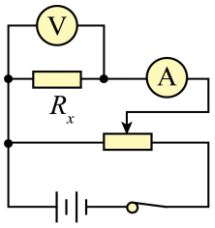


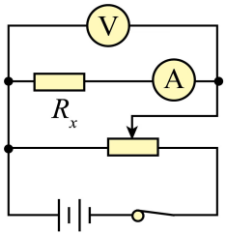
18. 在“测量金属丝电阻率”的实验中。

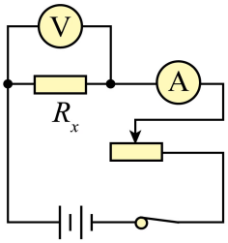
（1）如图所示，用螺旋测微器测量金属丝直径，则金属丝直径 $D=$_____mm；

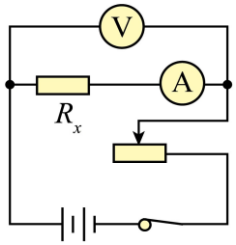


（2）待测金属丝电阻较小，为使电阻的测量结果尽量准确，且金属丝两端的电压从零开始变化。以下实验电路符合要求的是_____；

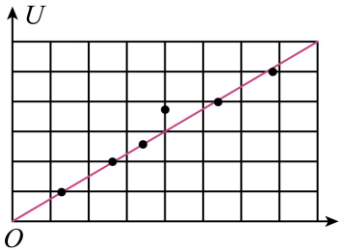
A.


B.


C.


D.


（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）。

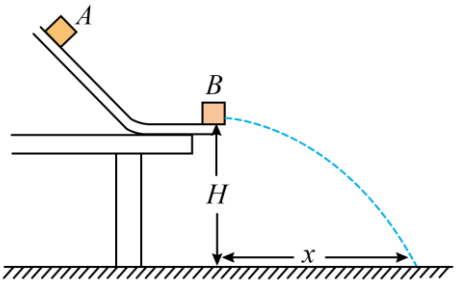
19. 如图所示，水平桌面上放置一光滑导轨，导轨距地面高度为 H，末端伸出桌面.质量为 m 的物块 A 从某一高度由静止释放，与导轨末端静止放置的质量也为 m 的物块 B 发生碰撞。碰后两物块粘在一起运动，落

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 ΔE。



20. 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 $5\mathrm{m}$，运动员质量约 $60\mathrm{kg}$，重力加速度 g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$，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；

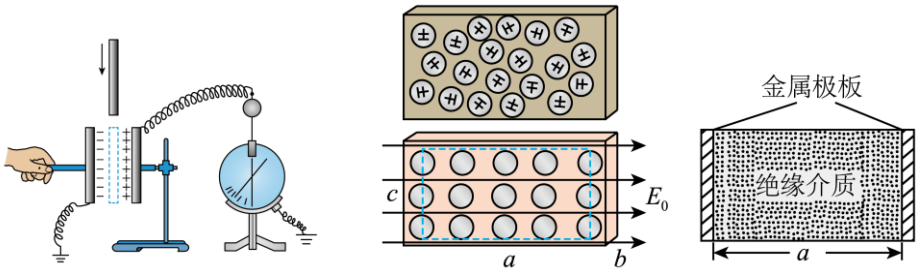
（3）运动员完全入水后，由于人体的密度和水的密度几乎相等，所以其重力与浮力大小几乎相等，运动过程中受到水的阻力与速度的关系满足：$f=-kv$。假设运动员完全入水的瞬间速率为 $15\,\mathrm{m/s}$，估算比例系数 k。

21.（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 $C=\dfrac{S}{4\pi kd}$，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）



甲　　乙　　丙

22.“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。

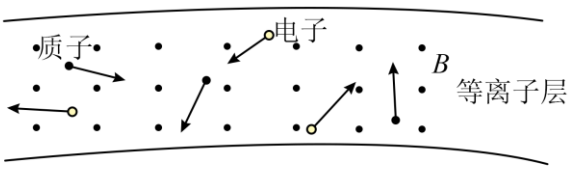
（1）已知质量为 m 的质点在太阳的引力范围内所具有的势能为 $E_{\mathrm{p}}=-G\dfrac{Mm}{r}$，$r$ 为质点到太阳中心的距离。已知 $G=6.67\times10^{-11}\,\mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$，太阳质量 $M=2\times10^{30}\,\mathrm{kg}$，太阳半径 $R=7\times10^{8}\,\mathrm{m}$，太阳到地球的距离 $L=1.5\times10^{11}\,\mathrm{m}$，太阳风初速度 $v_0=7\times10^{5}\,\mathrm{m/s}$，质子的质量 $m=1.7\times10^{-27}\,\mathrm{kg}$，质子的电荷量 $q=1.6\times10^{-19}\,\mathrm{C}$.忽略地球对粒子的引力作用。

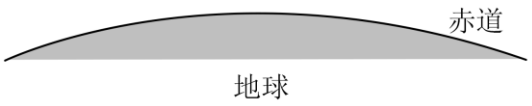
a.估算质子到达地球附近时的速度的大小 v（结果保留一位有效数字）；

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 $20\mathrm{km}$ 的匀强磁场区域，磁感应强度的大小约为 $3\times10^{-7}\,\mathrm{T}$，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）





参考答案

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.【答案】B

【详解】A．A 核反应方程属于α衰变，A 不符合题意；

B．B 核反应方程属于β衰变，B 符合题意；

C．C 核反应方程属于核聚变，C 不符合题意；

D．D 核反应方程属于核裂变，D 不符合题意。

故选 B。

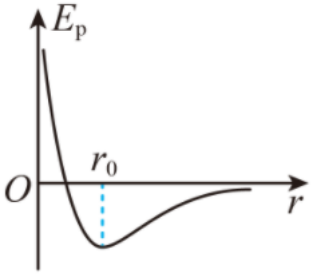
2.【答案】D

【详解】A．扩散是指一种物质进入另一种物质的现象，扩散现象不是化学反应，故 A 错误；

B．布朗运动是微小颗粒的无规则运动，不是固体分子的无规则运动，故 B 错误；

C．物体温度升高时，分子的平均动能增大，但不是每一个分子的动能都增大，故 C 错误；

D．分子势能与分子距离之间的关系如图所示



可知分子间的作用力为 0 时分子势能最小，故 D 正确。

故选 D。

3.【答案】C

【详解】A．线圈在图示位置时通过线圈的磁通量最大为 BS，故 A 错误；

B．从图示位置开始计时感应电动势瞬时值的表达式为

$$e = nBS\omega \sin \omega t$$

故 B 错误；

C．回路中的电动势有效值为

$$E = \frac{nBS\omega}{\sqrt{2}}$$

回路中电流的有效值为

$$I = \frac{E}{R} = \frac{\sqrt{2}nBS\omega}{2R}$$

故 C 正确；

D．根据电功率的公式可知

$$P=I^2R=\frac{n^2B^2S^2\omega^2}{2R}$$

故 D 错误；

故选 C。

4.【答案】D

【详解】A．由题意可知，波向左传播，根据波形平移法可知，质点 M 此时向上振动，故 A 错误；

B．由图可知，波长为

$$\lambda=\frac{2}{3}L$$

则质点 P 的振动周期为

$$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{2L}{3v}$$

故 B 错误；

C．根据波形平移法可知，质点 Q 开始振动的方向是向上的，则质点 P 开始振动的方向是向上的，故 C 错误；

D．由图可知 P、N 两质点相距一个波长，则开始振动后，P、N 两质点的振动步调总是一致，故 D 正确。

故选 D。

5.【答案】B

【详解】根据

$$F=G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r=ma$$

可得

$$v=\sqrt{\frac{GM}{r}}\text{，}\quad T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}\text{，}\quad a=\frac{GM}{r^2}$$

两颗卫星的轨道半径之比约为$1:4$，可知线速度大小之比约为 2:1；周期之比约为$1:8$；向心加速度大小之比约为 16:1；因质量关系不确定，不能比较向心力大小。

故选 B。

6.【答案】C

【详解】AB．由爱因斯坦光电效应方程得

$$eU_c=E_{\mathrm{k}}=h\nu-W_0$$

其中可以看出遏止电压与频率呈线性关系，频率越大，遏止电压越大，所以由图像可知，①光的频率等于③光的频率，③光的频率低于①光的频率，所以入射光光子的能量②＞①=③，光电子的最大初动能②＞①=③，故 AB 错误；

C．由图可得，①光对应饱和光电流大于③光对应的饱和光电流，因为饱和光电流越大，单位时间内逸出的光电子数越多，且逸出的光电子数等于入射的光子数，所以单位时间照射到 K 上的光子数①＞③，故 C 正确；

D．同一阴极 K 的逸出功相等，故 D 错误。

故选 C。

7.【答案】D

【详解】A．对箱子进行受力分析，根据正交分解可知，斜面对体箱子的支持力为

$$F_{\mathrm{N}}=mg\cos 37^{\circ}=40\mathrm{N}$$

根据牛顿第三定律可知

$$F_{压}=F_{\mathrm{N}}=40\mathrm{N}$$

故 A 错误；

B．由于箱子处于匀速直线运动状态，即

$$F=mg\sin 37^{\circ}+\mu mg\cos 37^{\circ}=40\mathrm{N}$$

故 B 错误；

C．对斜面体与箱子整体受力分析可知

$$N=\left(m+M\right)g-F\sin 37^{\circ}=126\mathrm{N}$$

由牛顿第三定律可得，斜面体对地面压力的大小为

$$F_{压}^{'}=N=126\mathrm{N}$$

故 C 错误；

D．对斜面体与箱子整体受力分析可知

$$f=F\cos 37^{\circ}=32\mathrm{N}$$

故 D 正确；

故选 D。

8.【答案】D

【详解】根据楞次定律，在 0~2s 内线圈中电流为沿顺时针方向，即正方向；根据法拉第电磁感应定律可得，感应电动势为

$$E_0=\frac{\Delta B}{\Delta t}S=B_0S$$

感应电流为

$$I_0=\frac{E_0}{R}=\frac{B_0S}{R}$$

不变；在 2~4s 内线圈中电流为沿逆时针方向，即负方向；电流大小

$$I=\frac{E_0}{R}=\frac{B_0S}{R}=I_0$$

不变。

故选 D。

9.【答案】D

【详解】A．电子从 *A* 点运动到 *B* 点速度增大，则电场力做正功，静电力方向由 *A* 指向 *B*，但无法判断该

点电荷正负，故 A 错误；

BC．电子所受静电力方向由 A 指向 B，故电场线方向由 B 指向 A，沿着电场线的方向电势逐渐降低，B 点的电势高于 A 点的电势，由图乙可知，运动的过程中电荷的加速度减小，故静电力减小，即电子在 A 点受到的电场力大于在 B 点受到的电场力，故 BC 错误；

D．电子从 A 点运动到 B 点速度增大，则电场力做正功，电势能减小，即电子在 A 点的电势能大于在 B 点的电势能，故 D 正确。

故选 D。

10.【答案】C

【详解】将多用电表红表笔接在 A 接线柱上，黑表笔依次接在 B、D 所示的接线柱上，多用电表的示数分别为 $0\mathrm{V}$ 、$0\mathrm{V}$，可知故障导线一定是 EF、GH 中的一根；黑表笔接在 F 所示的接线柱上，多用电表的示数分别为 $6\mathrm{V}$，F 与电源负极连通，则故障导线是 EF。

故选 C。

11.【答案】A

【详解】A．设细线与竖直方向的夹角为 θ，根据牛顿第二定律可得

$$T\sin\theta = m\omega^2 l\sin\theta$$

解得绳对小球的拉力大小为

$$T = m\omega^2 l$$

故 A 正确；

B．小球转动一周，小球的动量变化为 0，根据动量定理可知，合外力的冲量为 0，由于重力的冲量不为 0，则绳对小球拉力的冲量不为 0，故 B 错误；

CD．保持 h 不变，设细线与竖直方向的夹角为 θ，根据牛顿第二定律可得

$$mg\tan\theta = m\omega^2 h\tan\theta$$

解得

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{h}}$$

可知增大绳长 l，ω 不变；根据

$$T = m\omega^2 l$$

可知增大绳长 l，绳对小球拉力的大小增大，故 CD 错误。

故选 A。

12.【答案】D

【详解】A．线圈能匀速穿过匀强磁场，可知磁场区域的宽度等于 l，选项 A 错误；

B．线框进入磁场时

$$mg = B\frac{Blv}{R}l$$

可得线圈的速度大小为

$$v=\frac{mgR}{B^2l^2}$$

选项 B 错误；

C．线框穿过磁场过程中产生的焦耳热等于线圈重力势能减小量，即为

$$Q=2mgl$$

选项 C 错误；

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

$$q=\bar{I}\Delta t=\frac{\bar{E}}{R}\Delta t=\frac{\Delta\Phi}{R}=\frac{Bl^2}{R}$$

选项 D 正确。

故选 D。

13.【答案】D

【详解】AB．设粒子的质量为m，电荷量为q，加速电场电压为U_1，偏转电场电压为U_2，板长为L，板间距离为d；粒子经过加速电场过程，根据动能定理可得

$$qU_1=\frac{1}{2}mv_0^2$$

可得

$$v_0=\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$$

可知${}_1^1\mathrm{H}$、${}_1^2\mathrm{H}$进入偏转电场时具有相同的动能，${}_2^4\mathrm{He}$进入偏转电场时的动能最大；${}_1^2\mathrm{H}$、${}_2^4\mathrm{He}$进入偏转电场时具有相同的速度，${}_1^1\mathrm{H}$进入偏转电场时的速度最大，故 AB 错误；

CD．粒子经过偏转电场过程做类平抛运动，则有

$$L=v_0t,\quad y=\frac{1}{2}at^2,\quad v_y=at,\quad a=\frac{qU_2}{md}$$

联立可得

$$y=\frac{U_2L^2}{4dU_1}$$

粒子离开偏转电场时速度方向与水平方向的夹角满足

$$\tan\theta=\frac{v_y}{v_0}=\frac{U_2L}{2dU_1}$$

可知粒子经过偏转电场的偏转位移与粒子的电荷量和质量均无关，则${}_1^1\mathrm{H}$、${}_1^2\mathrm{H}$和${}_2^4\mathrm{He}$经过加速电场和偏转电场的轨迹相同，三种粒子从相同位置沿相同方向离开偏转电场，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

14.【答案】C

【详解】A．该装置通入大电流后使金属套筒迅速汽化，该过程中一定有热能散失，则该装置不可能将电

能全部转化成聚变反应的核能，故 A 错误；

B．汽化后的等离子体速度方向各不相同，则外加磁场不一定保证汽化后的等离子体都受到轴向洛伦兹力的作用，故 B 错误；

C．根据 $p_{\mathrm{m}}=\frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2}$ 施加在套筒上的电流越大，大电流产生的磁场提供给套筒侧面的压强越大，越有利于聚变的发生，故 C 正确；

D．套筒的厚度越大，汽化后的等离子体越不容易向轴向运动，不利于聚变的发生，故 D 错误。

故选 C。

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分.

15.【答案】（1）ACD　（2）$p-\frac{1}{V}$

【小问 1 详解】

A．为防止气体的温度变化，调节空气柱长度时柱塞应缓慢地向下压或向上拉，选项 A 正确；

BD．该实验气体的体积为：$V=SL$，其中 S 为空气柱的横截面积，由于空气柱的横截面积 S 不变，所以用 L 代替 V，只需要读取空气柱的长度，不需要测量空气柱的直径，选项 B 错误，D 正确；

C．读取压力表示数，以确定气体的压强，选项 C 正确。

故选 ACD。

【小问 2 详解】

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 $p-\frac{1}{V}$ 图像，若该图像是一条过原点的直线，则结论成立。

16.【答案】BCD

【详解】A．该实验无需保持磁铁运动的速率不变，故 A 错误；

B．该实验需要知道产生的感应磁场的方向，即需要知道线圈的绕向，故 B 正确；

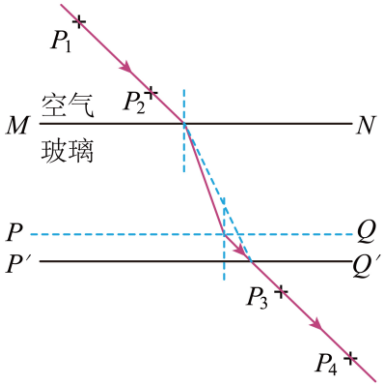
C．该实验需要记录磁铁在线圈中的磁场的变化，即需要记录磁铁的运动方向，故 C 正确；

D．该实验要想知道产生感应电流的具体方向，需要判断电流计指针偏转方向与通入电流方向的关系，故 D 正确。

故选 BCD。

17.【答案】偏小

【详解】根据插针法用实线作出实际光路图，用虚线作出测量光路图，如图所示



可知，测量的空气中的入射角θ一定，测量的介质中的折射角α大于真实的折射角，根据

$$n=\frac{\sin\theta}{\sin\alpha}$$

可知，测得的折射率与真实值相比偏小。

18.【答案】（1）0.298##0.297##0.299　（2）A

（3）$\frac{k\pi D^2}{4l}$

（4）见解析

【小问 1 详解】

螺旋测微器的精确值为0.01mm，由图可金属丝直径为

$$D=0\text{mm}+29.8\times0.01\text{mm}=0.298\text{mm}$$

【小问 2 详解】

待测金属丝电阻较小，可知电压表的分流很小，电流表应采用外接法；为使金属丝两端的电压从零开始变化，滑动变阻器应采用分压接法。

故选 A。

【小问 3 详解】

根据欧姆定律可得

$$R=\frac{U}{I}=k$$

根据电阻定律可得

$$R=\rho\frac{l}{S}=\rho\frac{4l}{\pi D^2}$$

联立可得金属丝电阻率的表达式为

$$\rho=\frac{k\pi D^2}{4l}$$

【小问 4 详解】

实验中改变金属丝长度，通过改变滑动变阻器滑片的位置，使得每次电流表的示数均为I_0，测量出金属丝长度l，以及对应的电压表示数U，根据欧姆定律可得

$$U = I_0 R$$

又

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{4l}{\pi D^2}$$

联立可得

$$U = \frac{4I_0 \rho}{\pi D^2} l$$

作出$U - l$图像，可知斜率为

$$k' = \frac{4I_0 \rho}{\pi D^2}$$

解得金属丝的电阻率为

$$\rho = \frac{k' \pi D^2}{4I_0}$$

19.【答案】（1）$v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2H}}$；（2）$v = 2x\sqrt{\frac{g}{2H}}$；（3）$\Delta E = \frac{mgx^2}{2H}$

【详解】（1）碰后两物块粘在一起做平抛运动，则

$$x = v_0 t$$

$$H = \frac{1}{2} g t^2$$

解得

$$v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2H}}$$

（2）两物块碰撞过程由动量守恒定律

$$mv = 2mv_0$$

解得物块*A*滑至导轨最低点时速度的大小

$$v = 2x\sqrt{\frac{g}{2H}}$$

（3）碰撞过程中损失的机械能

$$\Delta E = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} \cdot 2m v_0^2 = \frac{mgx^2}{2H}$$

20.【答案】（1）$10\sqrt{2}\text{m/s}$；（2）1800N；（3）265

【详解】（1）根据题意

$$h_1 = 10\text{m}$$

$$h_2 = 5\text{m}$$

由

$$v^2-0=2gh_1$$

得运动员刚接触水面时的速度大小

$$v=\sqrt{2gh_1}=10\sqrt{2}\text{m/s}$$

（2）根据动能定理

$$(mg-F)h_2=0-\frac{1}{2}mv^2$$

代入数据得

$$F=1800\text{N}$$

(3)设运动员完全入水后的速度为 v',以运动员完全入水到减速为 0 的过程中，将其分为多个极小的时间。$\triangle t_1,\triangle t_2\cdots\triangle t_n$的子过程，每一小段都可以看成是阻力不变的匀变速直线运动，对应的速度为$v_1,v_2,v_3\cdots v_n$,以向下的方向为正方向，由动量定理可得：$-\sum_{i=1}^{n}kv_i\cdot\Delta t_i=0-mv'$,其中，$x=\sum_{i=1}^{n}v_i\Delta t_i$,解得：$k=\frac{mv'}{x}$,x 为运动员入水后到减速到 0 时的位移，代入数据：m=60kg,v'=15m/s,身高约为$h_0\approx1.6m$,则$x=s-h_0=3.4m$,联立解得：$k=265N\cdot s/m$。

21.【答案】（1）电容 C 增大，推论过程见解析；（2）a. $E=4\pi kP$；b.见解析

【详解】（1）该实验中，静电计指针张角大小变化反映了平行板电容器两端电压 U 的变化，张角变小，表示 U 变小，根据电容器的定义式 $C=\frac{Q}{U}$，说明平行板电容器的电容 C 变大，因此可得插入绝缘介质，电容 C 增大。

（2）a.设绝缘介质表面的极化电荷的电荷量为 q，根据电容器的定义式可得

$$C=\frac{q}{U}$$

其中

$$q=Pbc$$

因为极化电荷分布在介质表面可视为平行板电容器，电容为

$$C=\frac{S}{4\pi kd}$$

其中 $S=bc$，$d=a$，联立方程得

$$\frac{Pbc}{U}=\frac{bc}{4\pi ka}$$

解得

$$\frac{U}{a}=4\pi kP$$

根据匀强电场中电场强度与电压的关系

$$E=\frac{U}{a}$$

解得

$$E=4\pi kP$$

b.设未插入绝缘介质时，板间电压为 U_1，电场强度大小为 E_1，插入绝缘介质后，板间电压为 U_2，电场强度大小为 E_2，根据题 a 中结论可得

$$E_1=\frac{4\pi kQ}{bc}$$

插入绝缘介质后，设绝缘介质表面产生的单位面积极化电荷量为 P'，则其形成的电场强度为

$$E'=4k\pi P'$$

方向与 E_1 相反；根据场的矢量性，可得

$$\overrightarrow{E_2}=\overrightarrow{E_1}+\overrightarrow{E}'$$

即

$$E_2=4\pi k(\frac{Q}{bc}-P')$$

因此 $E_2<E_1$，即 $U_2<U_1$，根据电容器的定义式 $C=\frac{Q}{U}$，说明插入绝缘介质后电容增大。

22. 【答案】（1）a. $v=3\times10^5\,\text{m/s}$；b. 无法穿过匀强磁场区域；（2）$\frac{mg}{qB}$

【详解】（1）a. 带电粒子只在太阳引力作用下运动，由机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{GMm}{R}=\frac{1}{2}mv^2-\frac{GMm}{L}$$

估算得到

$$v=3\times10^5\,\text{m/s}$$

b. 不计带电粒子与地球间的万有引力，则带电粒子只在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动，设半径为 r'，根据洛伦兹力提供向心力

$$qvB=m\frac{v^2}{r'}$$

代入数据得

$$r'=11\,\text{km}<20\text{km}$$

无法穿过匀强磁场区域。

（2）设某时刻质子的速度为 v_1，无论朝哪个方向运动，都可以分解出一个平行于赤道方向的速度 $v_{\parallel}$，且 $v_{\parallel}$ 满足

$$qv_{\parallel}B=mg$$

则带电粒子就会在匀速直线运动的基础上叠加上一个线速度为 $\overrightarrow{v}'=\overrightarrow{v_1}+(-\overrightarrow{v_{\parallel}})$ 的匀速圆周运动。从较长时间观察，匀速圆周运动对定向运动没有贡献，所以质子的定向运动速度大小为

$$v_{\parallel}=\frac{mg}{qB}$$

方向向左。