2022 北京朝阳高三二模

物　　理

2022.5

（考试时间 90 分钟　满分 100 分）

第一部分

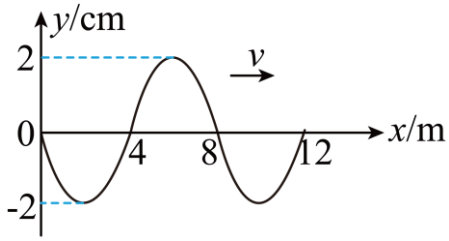
本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 一个铀核（$^{235}_{92}\mathrm{U}$）发生裂变，核反应方程是 $^{235}_{92}\mathrm{U}+^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow{}^{140}_{54}\mathrm{Xe}+^{94}_{38}\mathrm{Sr}+2\mathrm{X}$，则（　　）

A. X　电子，裂变过程放出能量　　B. X 是电子，裂变过程吸收能量

C. X 是中子，裂变过程放出能量　　D. X 是中子，裂变过程吸收能量

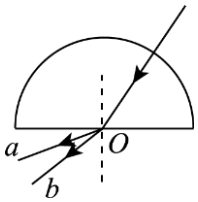
2. 一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波，波速为 $4\,\mathrm{m/s}$。某时刻波形如图所示，下列说法正确的是（　　）



A. 这列波的振幅为 $4\,\mathrm{cm}$　　B. 这列波的周期为 1s

C. 此时 $x=4\mathrm{m}$ 处质点沿 y 轴正方向运动　　D. 此时 $x=4\mathrm{m}$ 处质点的加速度为 0

3. 如图所示，一束可见光射向半圆形玻璃砖的圆心 O，经折射后分为两束单色光 a 和 b。下列判断正确的是（　　）



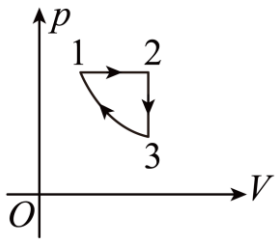
A. 玻璃对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率

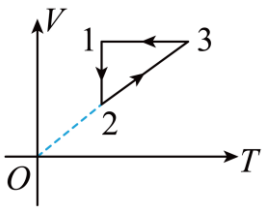
B. a 光的频率大于 b 光的频率

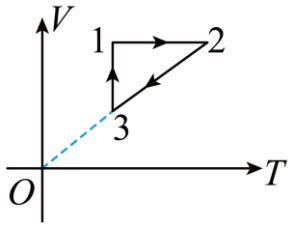
C. 在真空中 a 光的波长大于 b 光的波长

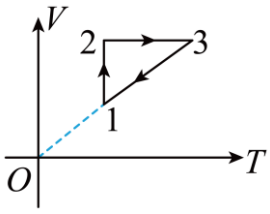
D. a 光光子能量小于 b 光光子能量

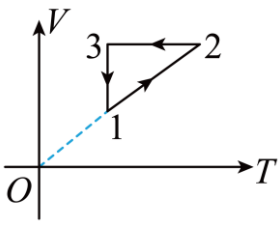
4. 下图表示一定质量的理想气体从状态 1 出发经过状态 2 和 3，最终又回到状态 1。那么，在下列 $V-T$ 图像中，反映了上述循环过程的是（　　）



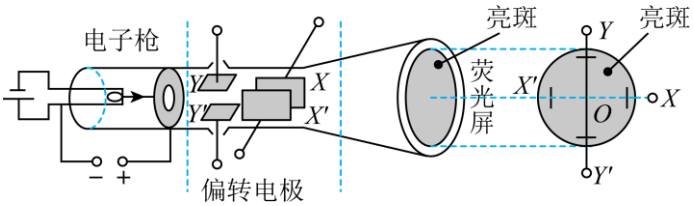
A. 

B. 

C. 

D. 

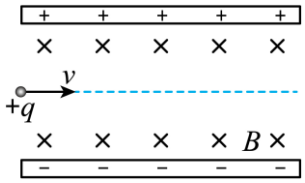
5. 示波管是示波器的核心部件，它由电子枪、偏转电极和荧光屏组成。某时刻在荧光屏上的 P 点出现亮斑，如图所示。则此时（　　）



A. 电极 X 和 Y 应带正电　　B. 电极 X′和 Y 应带正电

C. 电极 X′和 Y′应带正电　　D. 电极 X 和 Y′应带正电

6. 如图所示，水平放置的平行金属板间存在相互垂直的匀强电场和匀强磁场。一个电荷量为 $+q$ 、质量为 m 的粒子（不计重力）以速度 v 水平向右射入，粒子恰沿直线穿过。下列说法正确的是（　　）



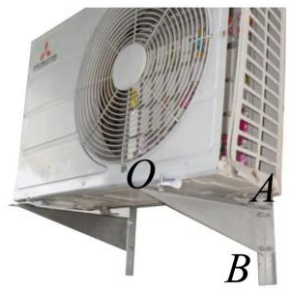
A. 若粒子从右侧水平射入，粒子仍能沿直线穿过

B. 若只将粒子的电荷量变为 $+2q$ ，粒子将向下偏转

C. 若只将粒子的电荷量变为 $-2q$ ，粒子仍能沿直线穿过

D. 若只将粒子的速度变为 $2v$ 且粒子不与极板相碰，则从右侧射出时粒子的电势能减少

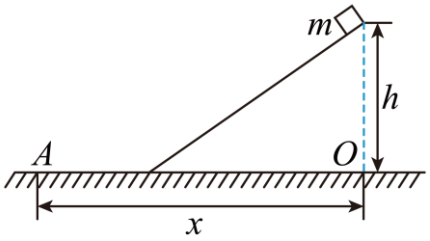
7. 如图所示，一台空调外机用两个相同的三角形支架固定在外墙上，支架横梁 AO 和斜梁 BO 的连接点为 O，另一支架横梁与斜梁的连接点为 O'（图中未画出），空调外机的重心恰好在 OO' 连线中点的正上方。横梁 AO 水平，对 O 点的力为 F_A，斜梁 BO 跟横梁 AO 的夹角为 37°，对 O 点的力为 F_B。已知空调外机的重力大小为 210N，忽略支架的重力，$\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$。下列说法正确的是（　　）



A. $F_A=140\text{N}$，方向由 O 指向 A　　B. $F_A=140\text{N}$，方向由 A 指向 O

C. $F_B=210\text{N}$，方向由 O 指向 B　　D. $F_B=210\text{N}$，方向由 B 指向 O

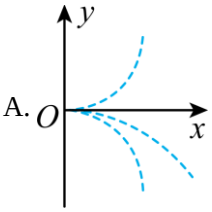
8. 如图所示，某一斜面的顶端到正下方水平面 O 点的高度为 h，斜面与水平面平滑连接。一小木块从斜面的顶端由静止开始滑下，滑到水平面上的 A 点停止。已知斜面倾角为 θ，小木块质量为 m，小木块与斜面、水平面间的动摩擦因数均为 μ，A、O 两点的距离为 x。在小木块从斜面顶端滑到 A 点的过程中，下列说法正确的是（　　）

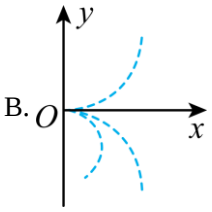


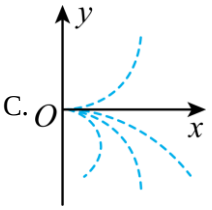
A. 如果 h 和 μ 一定，θ 越大，x 越大　　B. 如果 h 和 μ 一定，θ 越大，x 越小

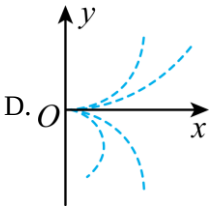
C. 摩擦力对木块做功为 $-\mu mgx\cos\theta$　　D. 重力对木块做功为 μmgx

9. 四个带电粒子的电荷量和质量分别为 $(+q,\ m)$、$(+q,2m)$、$(+3q,3m)$、$(-q,\ m)$，它们先后以相同的速度从坐标原点 O 沿 x 轴正方向射入一匀强磁场中，磁场方向垂直于 xOy 平面。不计重力，下列描绘这四个粒子运动轨迹的图像中，可能正确的是（　　）

A. 

B. 

C. 

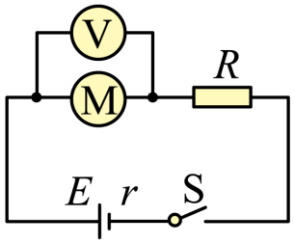
D. 

10. 一带电小球在空中由 A 点运动到 B 点的过程中，只受重力、电场力和空气阻力三个力的作用．若重力势能增加 5J，机械能增加 1.5J，电场力做功 2J，则小球（　　）

A. 重力做功为 5J　　B. 电势能增加 2J

C. 空气阻力做功 0.5J　　D. 动能减少 3.5J

11. 在如图所示的电路中，电源电动势为 6V，内阻为 2Ω，定值电阻 R 的阻值为 10Ω，电动机的线圈阻值为 2Ω。闭合开关 S 后，理想电压表的示数为 3V。下列说法正确的是（　　）



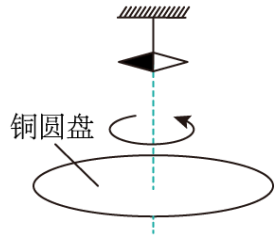
A. 电源的输出功率为 4.5W

B. 电动机消耗的功率为 0.75W

C. 电动机线圈在 1 分钟内产生　热量为 0.125J

D. 如果电动机被卡住，电压表　示数将变大

12. 1824 年，法国科学家阿拉果完成了著名的“圆盘实验”。实验中将一铜圆盘水平放置，在其中心正上方用柔软细线悬挂一枚可以自由旋转的磁针，如图所示。实验中发现，当圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时，磁针也随着一起转动起来，但略有滞后。下列说法正确的是（　　）



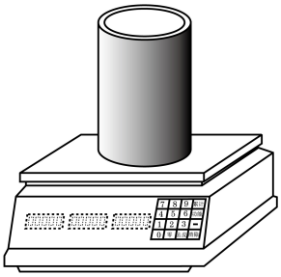
A. 磁针的磁场使圆盘磁化，圆盘产生的磁场导致磁针转动

B. 圆盘内的涡电流产生的磁场导致磁针转动

C. 在圆盘转动的过程中，磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化

D. 圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成电流，此电流产生的磁场导致磁针转动

13. 如图所示，将一铝质薄圆管竖直放在表面绝缘的台秤上，圆管的电阻率为 ρ，高度为 h，半径为 R，厚度为 d（d 远小于 R）。整个装置处于方向竖直向下、磁感应强度大小 $B=kt$（$k>0$）均匀磁场中。则从 $t=0$ 时刻开始，下列说法正确的是（　　）



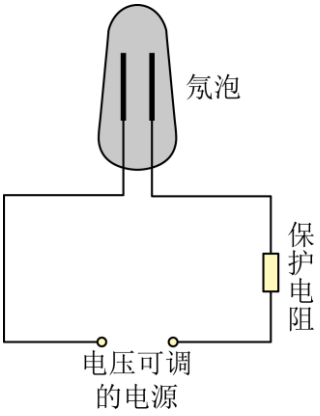
A. 从上向下看，圆管中的感应电流为顺时针方向

B. 圆管中的感应电动势大小为 $2\pi khR$

C. 圆管中的感应电流大小为 $\dfrac{kRhd}{2\rho}$

D. 台秤的读数会随时间推移而增大

14. 氖泡可用于指示和保护电路。在玻璃管中有两个相同的板状金属电极，并充入低压氖气，在两极间接入电压使氖气导电，如果金属电极发出的电子在电场作用下获得足够的能量，就能使氖气发光。将氖泡、保护电阻和电压可调的电源按如图所示的电路连接。氖泡用黑纸包住，黑纸上留出一条狭缝使光可以照射到氖泡。发现在没有光照的暗室中，当电源电压为 U_0 时，氖泡恰能发光；当电源电压为 U_1（$U_1<U_0$）时，氖泡不发光，但同时用频率为 ν_1 的紫光照射氖泡，氖泡也恰能发光。两次实验中，氖泡恰能发光时回路中的电流可认为相等。已知普朗克常量为 h，电子电荷量为 e。下列说法正确的是（　　）



A 若保持电压U_1不变，用黄光照射氖泡，氖泡也能发光

B. 通过实验可知，紫光的光子能量$h\nu_1 = eU_0 - eU_1$

C. 通过实验可知，电极中的电子脱离金属至少需要eU_0的能量

D. 实验中必须使用直流电源才能观察到上述现象

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. 物理实验一般都涉及实验目　、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。例如：

（1）实验仪器。用螺旋测微器测某金属丝的直径，示数如图 1 所示。则该金属丝的直径为_____mm。

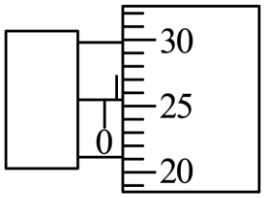


图1

（2）数据分析。打点计时器在随物体做匀变速直线运动的纸带上打点，纸带的一部分如图 2 示，B、C、D 为纸带上标出的连续 3 个计数点，相邻计数点之间还有 4 个计时点没有标出。打点计时器接在频率为 50 Hz 的交流电源上。则物体运动的加速度$a =$_____$\mathrm{m/s^2}$（结果保留两位有效数字）。

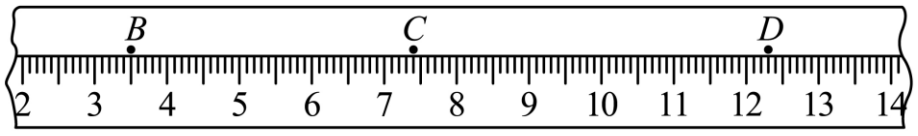


图2

（3）实验原理。某同学用单摆测量重力加速度的大小，他测量摆线的长度 l 和对应的周期 T，得到多组数据，作出了$l - T^2$图像，如图 3 所示。他认为根据图线可求得重力加速度$g = \dfrac{4\pi^2 b}{a_2 - a_1}$，则从理论上分析，他求得的重力加速度 g_____真实值（选填“大于”“等于”或“小于”）。请分析说明理由。

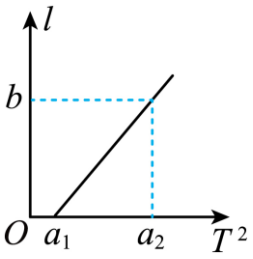
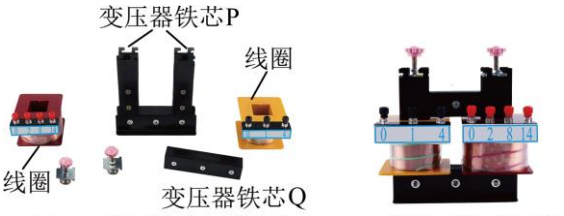


图3

16. 某实验小组用可拆变压器探究“变压器的电压与匝数的关系”，可拆变压器如图所示。



甲　可拆变压器零部件　　乙　组装后的变压器

（1）以下给出的器材中，本实验需要用到的是_____；

			
A．干电池	B．学生电源	C．实验室用电压表	D．多用电表

（2）关于本实验，下列说法正确的是_____；

A．为确保实验安全，实验中要求原线圈匝数小于副线圈匝数

B．因为使用的电压较低，通电时可直接用手接触裸露的导线进行连接

C．实验时可以保持原线圈电压、匝数不变，改变副线圈的匝数，探究副线圈匝数对副线圈电压的影响

D．变压器开始正常工作后，通过铁芯导电将电能从原线圈传递到副线圈

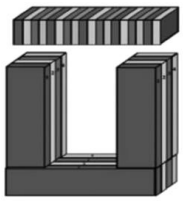
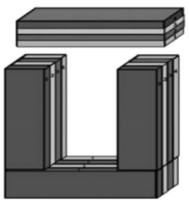
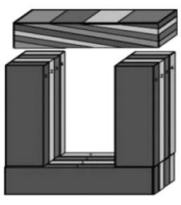
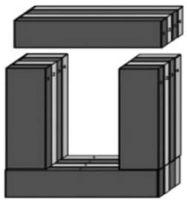
（3）某次实验中，用匝数 $n_a=400$ 匝和 $n_b=800$ 匝的线圈实验，测量的数据如下表所示，下列说法中正确的是_____；

U_a/V	1.80	2.80	3.80	4.90
U_b/V	4.00	6.01	8.02	9.98

A．原线圈的匝数为 n_a，用较粗导线绕制　B．副线圈的匝数为 n_a，用较细导线绕制

C．原线圈的匝数为 n_b，用较细导线绕制　D．副线圈的匝数为 n_b，用较粗导线绕制

（4）为了减小能量传递过程中的损失，铁芯是由相互绝缘的硅钢片平行叠成。作为横档的铁芯 Q 的硅钢片应按照下列哪种方法设计_____。

A. 　B. 　C. 　D. 

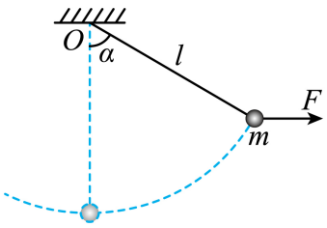
17. 如图所示，长度 $l=0.1\text{m}$ 的轻绳上端固定在 O 点，下端系一质量 $m=0.1\text{kg}$ 的小球（可视为质点）。取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$。

（1）在水平拉力的作用下，轻绳与竖直方向的夹角 $\alpha=60°$，小球保持静止。求此时小球所受水平拉力的大小 F；

（2）由图示位置无初速释放小球，不计空气阻力。当小球通过最低点时，求：

a．小球动量的大小 p；

b．轻绳对小球拉力的大小 F_{T}。

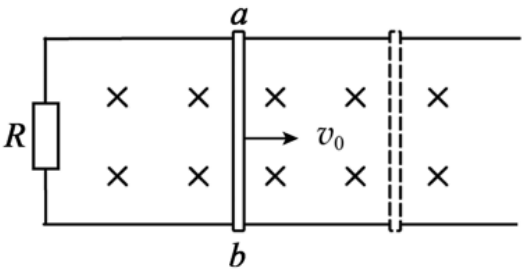


18. 如图所示，宽度为 L 的 U 型导体框，水平放置在磁感应强度大小为 B、方向竖直向下的匀强磁场中，左端连接一阻值为 R 的电阻。一质量为 m、电阻为 r 的导体棒 ab 置于导体框上。不计导体框的电阻、导体棒与框间的摩擦，导体棒 ab 与导体框始终接触良好。在水平向右的拉力作用下，导体棒 ab 以速度 v_0 匀速向右运动。

（1）求通过导体棒 ab 的电流大小 I；

（2）求拉力做功的功率 P；

（3）某时刻撤去拉力，经过一段时间导体棒 ab 停在导体框上，求在此过程中电阻 R 上产生的热量 Q。



19. 在分析和解决物理问题时，有时可以通过合理、恰当的假设，进行分割或填补，使研究对象或研究过程对称，从而使复杂问题简单化。

（1）如图 1 所示，一小球从 A 点水平抛出，它在 B 点与竖直墙壁发生一次弹性碰撞后，以同样大小的速率反弹，最终落在 C 点。假设小球没有被墙壁阻挡，经过 B 点后会继续沿着抛物线运动，直至落在 C' 点，小球由 B 到 C 的运动轨迹与 BC' 曲线关于竖直墙壁对称。已知抛出点 A 离水平地面的高度为 h，与墙壁的水平距离为 s，落地点距墙壁的水平距离为 $2s$，重力加速度为 g。不计空气阻力。求小球抛出时的初速度 v_0。

（2）点电荷 $+q$ 与无限大金属平板 M 之间的电场线分布如图 2 所示，金属板 M 接地，它表面处的电场线均与其表面垂直。A 点在点电荷到金属板的垂线上，且靠近 M 板。已知点电荷与金属板间的距离为 d。求 A 点电场强度的大小 E。

（3）对磁现象的成功解释最早是由安培提出的。如图 3 所示，V 形长直导线中通过稳恒电流 I，图中角平分线上的 P 点距 V 形顶点的距离为 d。按照安培的计算，P 点的磁感应强度大小 $B=k\tan\dfrac{\alpha}{2}$（式中 k 为比例系数，且 k 和 α 已知）。

按照现在的电磁理论，无限长直导线通过电流为 I 时，距直导线为 r 处的磁感应强度大小 $B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$（其中 μ_0 为已知常数）。图中 P' 点与 P 相对于 V 形导线顶点对称，位于角平分线上。求 P' 点的磁感应强度大小 B'。

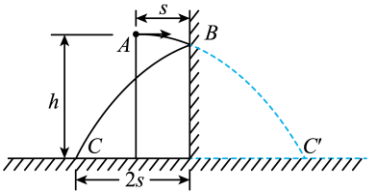


图1

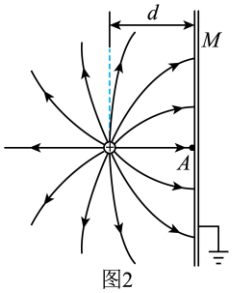


图2

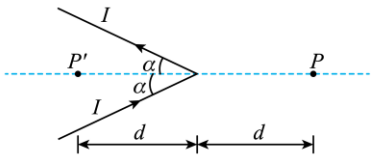


图3

20. “星空浩瀚无比，探索永无止境。”人类从未停止对宇宙的探索，中国航天事业正在创造更大的辉煌。

（1）变轨技术是航天器入轨过程中的重要一环。实际航行中的变轨过程较为复杂，为方便研究我们将航天器的变轨过程简化为如图 1 所示的模型：①将航天器发射到近地圆轨道 1 上；②在 A 点点火加速使航天器沿椭圆轨道 2 运行，轨道 1 和轨道 2 相切于 A 点，A、B 分别为轨道 2 的近地点与远地点，地球的中心位于椭圆的一个焦点；③在远地点 B 再次点火加速，航天器沿圆轨道 3 运行，轨道 2 和轨道 3 相切于 B 点。已知引力常量为 G，地球的质量为 M，轨道 1 半径为 R，轨道 3 半径为 $3R$，质量为 m 的物体与地球间的引力势能 $E_{\mathrm{p}}=-\dfrac{GMm}{r}$（$r$ 为物体到地心的距离，取无穷远处引力势能为零）。

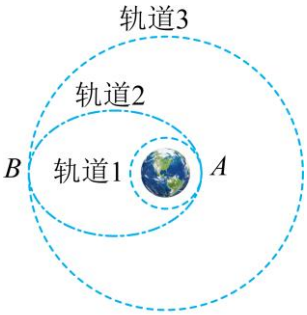


图1

a．求航天器在圆轨道 1 上运行时的速度大小 v；

b．开普勒第二定律表明：航天器在椭圆轨道 2 上运行时，它与地球中心的连线在相等的时间内扫过的面积相等。请根据开普勒第二定律和能量守恒定律，求航天器在椭圆轨道 2 近地点 A 的速度大小 v_A。

（2）在航天器到达预定高度后，通常使用离子推进器作为动力装置再进行姿态和轨道的微小修正。如图 2 所示，推进剂从 P 处注入，在 A 处电离出正离子，B、C 之间加有恒定电压 U，正离子进入 B 时的速度忽略不计，经加速形成电流为 I 的离子束从出口 D 喷出。已知单位时间内喷出的离子质量为 m_0。为研究方便，假定离子推进器在太空飞行时不受其他外力，忽略推进器运动的速度。求推进器获得的推力的大小 F。

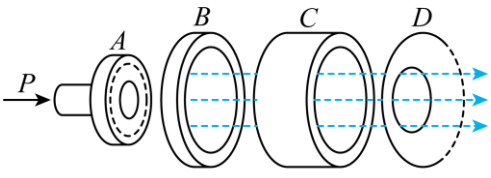


图2

参考答案

1. 一个铀核（${}_{92}^{235}\mathrm{U}$）发生裂变，核反应方程是${}_{92}^{235}\mathrm{U}+{}_{0}^{1}\mathrm{n}\rightarrow{}_{54}^{140}\mathrm{Xe}+{}_{38}^{94}\mathrm{Sr}+2\mathrm{X}$，则（　　）

A. X 是电子，裂变过程放出能量　　B. X 是电子，裂变过程吸收能量

C. X 是中子，裂变过程放出能量　　D. X 是中子，裂变过程吸收能量

【答案】C

【解析】

【详解】根据质量数和电荷数守恒可得 X 的质量数和电荷数分别为

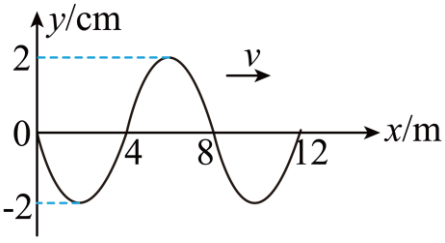
$$m=\frac{235+1-140-94}{2}=1$$

$$n=\frac{92+0-54-38}{2}=0$$

所以 X 是中子。裂变过程放出能量。

故选 C。

2. 一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波，波速为 $4\,\mathrm{m/s}$。某时刻波形如图所示，下列说法正确的是（　　）



A. 这列波的振幅为 $4\,\mathrm{cm}$　　B. 这列波的周期为 1s

C. 此时 $x=4\mathrm{m}$ 处质点沿 y 轴正方向运动　　D. 此时 $x=4\mathrm{m}$ 处质点的加速度为 0

【答案】D

【解析】

【详解】A．这列波的振幅为 2cm，故 A 错误；

B．这列波的周期为

$$T=\frac{\lambda}{v}=2\mathrm{s}$$

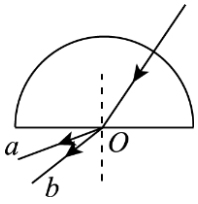
故 B 错误；

C．此时 x=4m 处质点正位于波传播方向波形的上坡，所以沿 y 轴负方向运动，故 C 错误；

D．此时 $x=4\mathrm{m}$ 处质点的位移为零，加速度为零，故 D 正确。

故选 D。

3. 如图所示，一束可见光射向半圆形玻璃砖的圆心 O，经折射后分为两束单色光 a 和 b。下列判断正确的是（　　）



A. 玻璃对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率

B. a 光的频率大于 b 光的频率

C. 在真空中 a 光的波长大于 b 光的波长

D. a 光光子能量小于 b 光光子能量

【答案】B

【解析】

【详解】A．根据光路可逆知识，a 光的入射角大于 b 光，但折射角相等，根据 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$ 可知介质对 a 光折射率大于对 b 光的折射率，A 错；

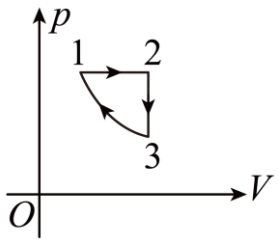
B．根据频率与折射率关系，a 光的频率大于 b 光的频率，B 对；

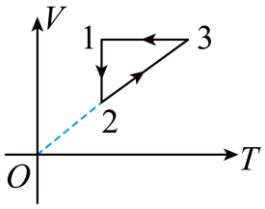
C．根据 $v=\lambda f$ 可知 C 错；

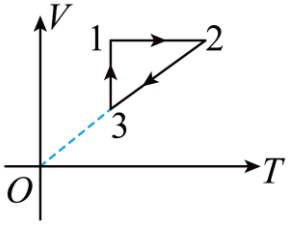
D．由于频率高，光子能量大，所以 D 错。

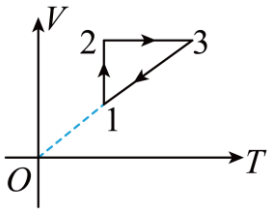
【点睛】这类题型考查了几何光学折射率知识，这一类题目中，要将能联系在一起的知识都联系在一起，例如频率跟折射率关系，跟波长、干涉现象、衍射现象、光子的能量的大小等之间的关系．这类题目如果能够知道红光和紫光的特点，在做题时，将红光、紫光代入，技能快速准确的得到答案。

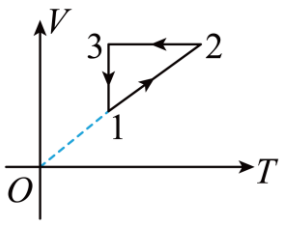
4. 下图表示一定质量的理想气体从状态 1 出发经过状态 2 和 3，最终又回到状态 1。那么，在下列 $V-T$ 图像中，反映了上述循环过程的是（　　）



A. 

B. 

C. 

D. 

【答案】D

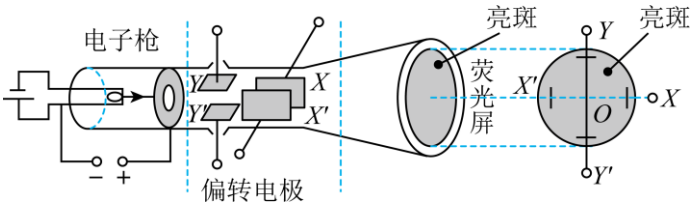
【解析】

【分析】1 到 2 的过程是等压变化，2 到 3 的过程是等容变化，3 到 1 的过程是等温变化，根据不同的变化的过程，根据理想气体状态方程，找出对应的状态参量即可。

【详解】1 到 2 的过程是等压变化，体积增大，根据 $\frac{PV}{T}=C$ 可得温度 T 增大，$V-T$ 图像中为一条过原点的倾斜直线；2 到 3 的过程是等容变化，压强减小，根据 $\frac{PV}{T}=C$ 可得温度减小，是一条平行与 T 轴的直线；3 到 1 的过程是等温变化，根据 $\frac{PV}{T}=C$ 可得体积减小，是一条平行于 V 轴的直线，D 正确。

故选 D。

5. 示波管是示波器的核心部件，它由电子枪、偏转电极和荧光屏组成。某时刻在荧光屏上的 P 点出现亮斑，如图所示。则此时（　　）



A. 电极 X 和 Y 应带正电　　B. 电极 X′和 Y 应带正电

C. 电极 X′和 Y′应带正电　　D. 电极 X 和 Y′应带正电

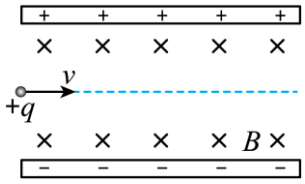
【答案】A

【解析】

【详解】根据亮斑的位置可以推断电子在电极 Y 和 Y′之间应受到指向 Y 的电场力，在电极 X 和 X′之间应受到指向 X 的电场力，因此电极 X 和 Y 应带正电。

故选 A。

6. 如图所示，水平放置的平行金属板间存在相互垂直的匀强电场和匀强磁场。一个电荷量为 $+q$、质量为 m 的粒子（不计重力）以速度 v 水平向右射入，粒子恰沿直线穿过。下列说法正确的是（　　）



A. 若粒子从右侧水平射入，粒子仍能沿直线穿过

B. 若只将粒子的电荷量变为 $+2q$，粒子将向下偏转

C. 若只将粒子的电荷量变为 $-2q$，粒子仍能沿直线穿过

D. 若只将粒子的速度变为 $2v$ 且粒子不与极板相碰，则从右侧射出时粒子的电势能减少

【答案】C

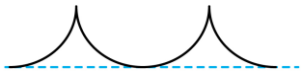
【解析】

【详解】A．若粒子从右侧水平射入，粒子所受洛伦兹力不可能与电场力平衡，粒子不可能沿直线穿过，故 A 错误；

B．若只将粒子的电荷量变为$+2q$，则粒子所受洛伦兹力和电场力同时增大 2 倍，仍能满足平衡条件，所以粒子仍能沿直线穿过，故 B 错误；

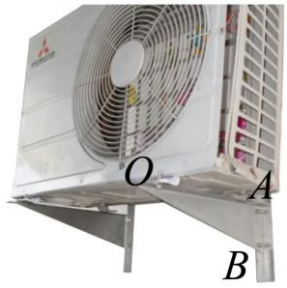
C．若只将粒子的电荷量变为$-2q$，则粒子所受洛伦兹力和电场力同时增大 2 倍，且方向同时变为相反，仍能满足平衡条件，所以粒子仍能沿直线穿过，故 C 正确；

D．若只将粒子的速度变为 2v 且粒子不与极板相碰，将粒子的速度分解为两个同向的速度 v，则其中一个速度 v 使粒子满足所受洛伦兹力与电场力平衡而做匀速直线运动，另一个速度 v 使粒子受到洛伦兹力而做匀速圆周运动，所以粒子的运动可视为一沿虚线方向的匀速直线运动和竖直面内虚线上方的匀速圆周运动的合成， 即做摆线运动，如图所示，由此可知粒子只能从虚线上侧或虚线位置射出，整个过程洛伦兹力不做功，而电场力只可能做负功或不做功，所以粒子的电势能可能增大或不变，故 D 错误。



故选 C。

7. 如图所示，一台空调外机用两个相同的三角形支架固定在外墙上，支架横梁 AO 和斜梁 BO 的连接点为 O，另一支架横梁与斜梁的连接点为 O'（图中未画出），空调外机的重心恰好在 OO' 连线中点的正上方。横梁 AO 水平，对 O 点的力为 F_A，斜梁 BO 跟横梁 AO 的夹角为 37°，对 O 点的力为 F_B。已知空调外机的重力大小为 210N，忽略支架的重力，$\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$。下列说法正确的是（　　）



A. $F_A=140\text{N}$，方向由 O 指向 A

B. $F_A=140\text{N}$，方向由 A 指向 O

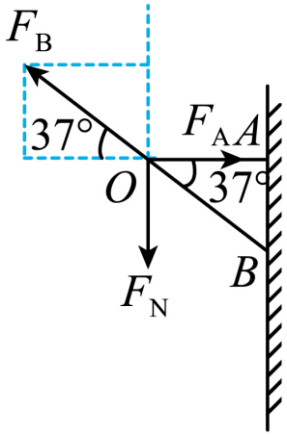
C. $F_B=210\text{N}$，方向由 O 指向 B

D. $F_B=210\text{N}$，方向由 B 指向 O

【答案】A

【解析】

【详解】对 O 点受力分析如图所示



由于有两个支架承载空调，故根据平衡条件可得

$$F_{\mathrm{N}}=F_B\sin 37^\circ=\frac{G}{2}=105\mathrm{N}$$

$$F_A=F_B\cos 37^\circ$$

解得

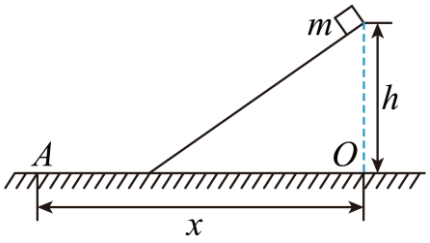
$$F_A=140\mathrm{N}$$

$$F_B=175\mathrm{N}$$

且 F_A 方向由 O 指向 A，F_B 方向由 B 指向 O。

故选 A。

8. 如图所示，某一斜面的顶端到正下方水平面 O 点的高度为 h，斜面与水平面平滑连接。一小木块从斜面的顶端由静止开始滑下，滑到水平面上的 A 点停止。已知斜面倾角为 θ，小木块质量为 m，小木块与斜面、水平面间的动摩擦因数均为 μ，A、O 两点的距离为 x。在小木块从斜面顶端滑到 A 点的过程中，下列说法正确的是（　　）



A. 如果 h 和 μ 一定，θ 越大，x 越大　　B. 如果 h 和 μ 一定，θ 越大，x 越小

C. 摩擦力对木块做功为 $-\mu mgx\cos\theta$　　D. 重力对木块做功为 μmgx

【答案】D

【解析】

【详解】AB．对小木块运动的整个过程，根据动能定理有

$$0-0=mgh-\mu mg\cos\theta\cdot\frac{h}{\sin\theta}-\mu mg(x-\frac{h}{\tan\theta})$$

解得

$$h=\mu x$$

所以 x 与 θ 无关，故 AB 错误；

CD．根据前面分析可知重力对木块做功为

$$W_{\mathrm{G}}=mgh=\mu mgx$$

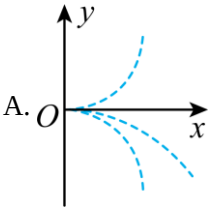
摩擦力对木块做功为

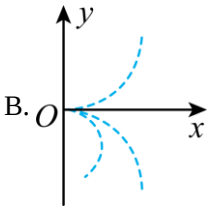
$$W_{\mathrm{f}}=-W_{\mathrm{G}}=-mgh=-\mu mgx$$

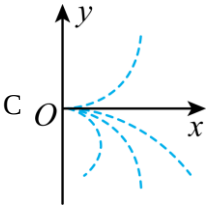
故 C 错误，D 正确。

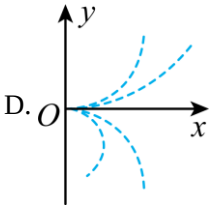
故选 D。

9. 四个带电粒子的电荷量和质量分别为$(+q，\ m)$、$(+q,2m)$、$(+3q,3m)$、$(-q，\ m)$，它们先后以相同的速度从坐标原点 O 沿 x 轴正方向射入一匀强磁场中，磁场方向垂直于 xOy 平面。不计重力，下列描绘这四个粒子运动轨迹的图像中，可能正确的是（　　）

A. 

B. 

C 

D. 

【答案】A

【解析】

【详解】根据左手定则可知其中一个带负电的粒子与其余三个带正电的粒子偏转方向一定相反。设粒子的运动半径为 r，根据牛顿第二定律可得

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

解得

$$r = \frac{mv}{Bq}$$

根据上式可知比荷相同的$(+q，\ m)$和$(+3q,3m)$两粒子轨迹将重合，且二者轨迹半径和$(-q，\ m)$的轨迹半径相同，而比荷最小的$(+q,2m)$粒子轨迹半径最大，综上所述可知 A 可能正确。

故选 A。

10. 一带电小球在空中由 A 点运动到 B 点的过程中，只受重力、电场力和空气阻力三个力的作用．若重力势能增加 5J，机械能增加 1.5J，电场力做功 2J，则小球（　　）

A. 重力做功为 5J　　B. 电势能增加 2J

C. 空气阻力做功 0.5J　　D. 动能减少 3.5J

【答案】D

【解析】

【详解】A．小球的重力势能增加 5J，则球克服重力做功 5J，选项 A 错误；

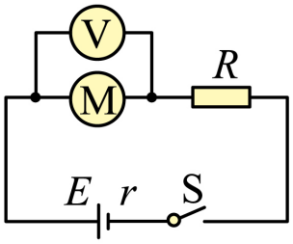
B．电场力对小球做功 2J，则小球的电势能减小 2J，选项 B 错误；

C．小球共受到重力、电场力、空气阻力三个力作用．小球的机械能增加 1.5J，则除重力以外的力做功为 1.5J，电场力对小球做功 2J，则知空气阻力做功为-0.5J，即小球克服空气阻力做功 0.5J，选项 C 错误；

D．重力、电场力、空气阻力三力做功之和为-3.5J，根据动能定理，小球的动能减小 3.5J，选项 D 正确。

故选 D。

11. 在如图所示　电路中，电源电动势为 6V，内阻为 2Ω，定值电阻 R 的阻值为 10Ω，电动机的线圈阻值为 2Ω。闭合开关 S 后，理想电压表的示数为 3V。下列说法正确的是（　　）



A. 电源的输出功率为 $4.5\mathrm{W}$

B. 电动机消耗的功率为 $0.75\mathrm{W}$

C. 电动机线圈在 1 分钟内产生的热量为 0.125J

D. 如果电动机被卡住，电压表的示数将变大

【答案】B

【解析】

【详解】A．假设电路电流为 I ，根据闭合电路欧姆定律可得

$E=U+I(R+r)$

解得

$$I=\frac{E-U}{R+r}=\frac{6-3}{10+2}\mathrm{A}=0.25\mathrm{A}$$

可知外电压为

$$U_{外}=E-Ir=5.5\mathrm{V}$$

电源的输出功率为

$$P_{出}=U_{外}I=5.5\times0.25\mathrm{W}=1.375\mathrm{W}$$

A 错误；

B．电动机消耗的功率为

$$P=UI=3\times0.25\mathrm{W}=0.75\mathrm{W}$$

B 正确；

C．电动机线圈在 1 分钟内产生的热量为

$$Q=I^2R_{线}t=0.25^2\times2\times60\mathrm{J}=7.5\mathrm{J}$$

C 错误；

D．如果电动机被卡住，电动机变成纯电阻，根据闭合电路欧姆定律可得

$$E=I'(R_{线}+R+r)$$

解得

$$I'=\frac{E}{R_{线}+R+r}=\frac{6}{2+10+2}\mathrm{A}=\frac{3}{7}\mathrm{A}$$

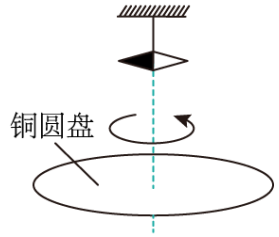
电压表示数为

$$U' = I'R_{线} = \frac{3}{7} \times 2\text{V} = \frac{6}{7}\text{V}$$

可知电压表的示数将变小，D 错误；

故选 B。

12. 1824 年，法国科学家阿拉果完成了著名的“圆盘实验”。实验中将一铜圆盘水平放置，在其中心正上方用柔软细线悬挂一枚可以自由旋转的磁针，如图所示。实验中发现，当圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时，磁针也随着一起转动起来，但略有滞后。下列说法正确的是（　　）



A. 磁针的磁场使圆盘磁化，圆盘产生的磁场导致磁针转动

B. 圆盘内的涡电流产生的磁场导致磁针转动

C. 在圆盘转动的过程中，磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化

D. 圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成电流，此电流产生的磁场导致磁针转动

【答案】B

【解析】

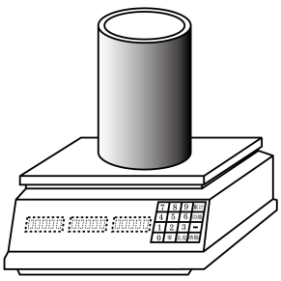
【详解】AB．铜不是铁磁质，不会被磁针磁化，磁针转动的原因在于圆盘与磁针存在相对运动，使圆盘切割磁感线，产生了涡流，而涡流的磁场导致磁针转动，故 A 错误，B 正确；

C．在圆盘转动的过程中，圆盘位置和面积均未变，根据磁针周围磁感线的分布情况可知磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量未变，故 C 错误；

D．圆盘中的自由电子随圆盘一起运动，但铜离子也会随圆盘一起运动，二者产生的等效电流为大小相同、方向相反，即可认为圆盘整体不产生电流，故 D 错误。

故选 B。

13. 如图所示，将一铝质薄圆管竖直放在表面绝缘的台秤上，圆管的电阻率为 ρ，高度为 h，半径为 R，厚度为 d（d 远小于 R）。整个装置处于方向竖直向下、磁感应强度大小 $B = kt$（$k > 0$）均匀磁场中。则从 $t = 0$ 时刻开始，下列说法正确的是（　　）



A. 从上向下看，圆管中的感应电流为顺时针方向

B. 圆管中的感应电动势大小为 $2\pi khR$

C. 圆管中的感应电流大小为$\frac{kRhd}{2\rho}$

D. 台秤的读数会随时间推移而增大

【答案】C

【解析】

【详解】A．根据楞次定律可知，从上向下看，圆管中的感应电流为逆时针方向，故 A 错误；

B．根据法拉第电磁感应定律可知，圆管中的感应电动势大小为

$$E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=S\frac{\Delta B}{\Delta t}=\pi R^2k$$

故 B 错误；

C．根据电阻定律可知，圆管在沿感应电动势方向的电阻为

$$R=\rho\frac{2\pi R}{dh}$$

根据闭合电路欧姆定律可知，圆管中　感应电流大小为

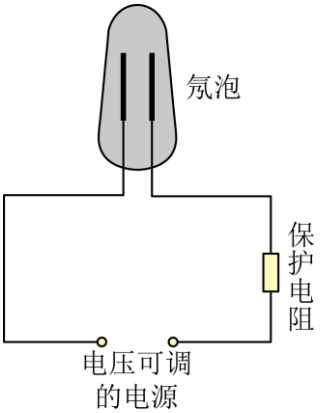
$$I=\frac{E}{R}=\frac{kRdh}{2\rho}$$

故 C 正确；

D．根据对称性以及左手定则可知，圆管所受合安培力为零，台秤的读数始终不变，故 D 错误。

故选 C。

14. 氖泡可用于指示和保护电路。在玻璃管中有两个相同的板状金属电极，并充入低压氖气，在两极间接入电压使氖气导电，如果金属电极发出的电子在电场作用下获得足够的能量，就能使氖气发光。将氖泡、保护电阻和电压可调的电源按如图所示的电路连接。氖泡用黑纸包住，黑纸上留出一条狭缝使光可以照射到氖泡。发现在没有光照的暗室中，当电源电压为U_0时，氖泡恰能发光；当电源电压为U_1（$U_1<U_0$）时，氖泡不发光，但同时用频率为ν_1的紫光照射氖泡，氖泡也恰能发光。两次实验中，氖泡恰能发光时回路中的电流可认为相等。已知普朗克常量为h，电子电荷量为e。下列说法正确的是（　　）



A. 若保持电压U_1不变，用黄光照射氖泡，氖泡也能发光

B. 通过实验可知，紫光的光子能量$h\nu_1=eU_0-eU_1$

C. 通过实验可知，电极中的电子脱离金属至少需要eU_0的能量

D. 实验中必须使用直流电源才能观察到上述现象

【答案】B

【解析】

【详解】B．如果金属电极发出的电子在电场作用下获得足够的能量，就能使氖气发光，假设恰好能让氖气发光的电子动能为E_{k}，电极中的电子脱离金属至少需要的能量为W_0，在没有光照的暗室中，当电源电压为U_0时，氖泡恰能发光，设发光时电路电流为I，保护电阻为R，则有

$$e(U_0-IR)=E_{\mathrm{k}}+W_0$$

当电源电压为U_1（$U_1<U_0$）时，同时用频率为ν的紫光照射氖泡，氖泡也恰能发光，则有

$$h\nu_1+e(U_1-IR)=E_{\mathrm{k}}+W_0$$

联立解得

$$h\nu_1=eU_0-eU_1$$

B 正确；

A．若保持电压U_1不变，用黄光照射氖泡，由于黄光的频率小于紫光的频率，则黄光光子能量小于紫光光子能量，可知氖泡不能发光，A 错误；

C．通过实验可知，电极中的电子脱离金属需要的能量小于eU_0，C 错误；

D．实验中如果采用交流电源，当电压到达一定数值时，也能观察到上述现象，D 错误；

故选 B。

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. 物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。例如：

（1）实验仪器。用螺旋测微器测某金属丝的直径，示数如图 1 所示。则该金属丝的直径为_____mm。

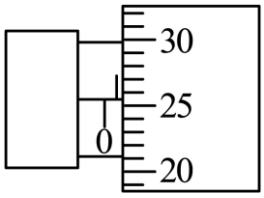


图1

（2）数据分析。打点计时器在随物体做匀变速直线运动的纸带上打点，纸带的一部分如图 2 示，B、C、D 为纸带上标出的连续 3 个计数点，相邻计数点之间还有 4 个计时点没有标出。打点计时器接在频率为 50 Hz 的交流电源上。则物体运动的加速度$a=$_____$\mathrm{m/s^2}$（结果保留两位有效数字）。

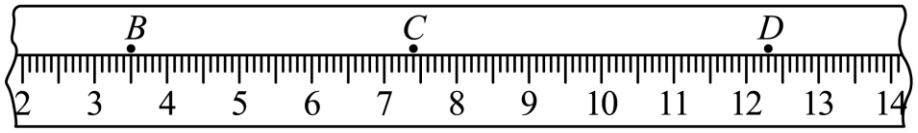


图2

（3）实验原理。某同学用单摆测量重力加速度的大小，他测量摆线的长度 l 和对应的周期 T，得到多组数据，作出了$l-T^2$图像，如图 3 所示。他认为根据图线可求得重力加速度$g=\dfrac{4\pi^2 b}{a_2-a_1}$，则从理论上分析，他求得的重力加速度 g_____真实值（选填“大于”“等于”或“小于”）。请分析说明理由。

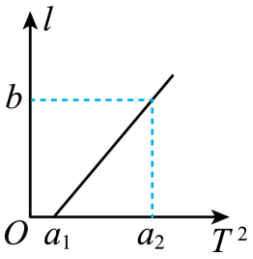


图3

【答案】 ①. 0.755 ②. 1.00 ③. 等于

【解析】

【详解】（1）[1]用螺旋测微器测某金属丝的直径为 0.5mm+0.01mm×25.5=0.755mm。

（2）[2]根据 $\Delta x = aT^2$ 可得物体运动的加速度

$$a = \frac{CD - BC}{T^2} = \frac{(4.90 - 3.90)\times 10^{-2}}{0.1^2}\ \mathrm{m/s^2} = 1.00\ \mathrm{m/s^2}$$

（3）[3]根据

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l+r}{g}}$$

解得

$$l = \frac{g}{4\pi^2}T^2 - r$$

则出现图线不过原点的原因是将摆线长当做了单摆的摆长；由图像可知

$$\frac{g}{4\pi^2} = \frac{b}{a_2 - a_1}$$

解得

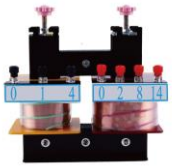
$$g = \frac{4\pi^2 b}{a_2 - a_1}$$

可知他求得的重力加速度 g 等于真实值。

16. 某实验小组用可拆变压器探究“变压器的电压与匝数的关系”，可拆变压器如图所示。



甲 可拆变压器零部件



乙 组装后的变压器

（1）以下给出的器材中，本实验需要用到的是_____；

A．干电池	B．学生电源	C．实验室用电压表	D．多用电表

（2）关于本实验，下列说法正确的是_____；

A．为确保实验安全，实验中要求原线圈匝数小于副线圈匝数

B．因为使用的电压较低，通电时可直接用手接触裸露的导线进行连接

C．实验时可以保持原线圈电压、匝数不变，改变副线圈的匝数，探究副线圈匝数对副线圈电压的影响

D．变压器开始正常工作后，通过铁芯导电将电能从原线圈传递到副线圈

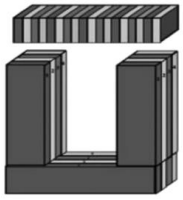
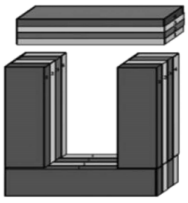
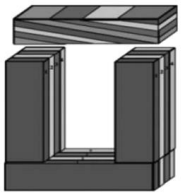
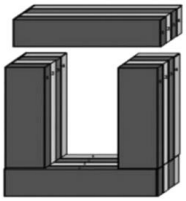
（3）某次实验中，用匝数$n_a = 400$匝和$n_b = 800$匝　线圈实验，测量的数据如下表所示，下列说法中正确的是_____；

U_a/V	1.80	2.80	3.80	4.90
U_b/V	4.00	6.01	8.02	9.98

A．原线圈的匝数为n_a，用较粗导线绕制　B．副线圈的匝数为n_a，用较细导线绕制

C．原线圈的匝数为n_b，用较细导线绕制　D．副线圈的匝数为n_b，用较粗导线绕制

（4）为了减小能量传递过程中的损失，铁芯是由相互绝缘的硅钢片平行叠成。作为横档的铁芯Q的硅钢片应按照下列哪种方法设计_____。

A．　B．　C．　D．

【答案】　①. BD##DB　②. C　③. C　④. D

【解析】

【详解】（1）[1]AB．实验中变压器原线圈需要输入交流电压，而干电池只能输出恒定直流电压，学生电源可以输出交流电压，故A不符合题意，B符合题意；

CD．实验中变压器副线圈输出交流电压，而实验室用电压表只能测量直流电压，多用电表可以测量交流电压，故C不符合题意，D符合题意。

故选BD。

（2）[2]A．为确保实验安全，实验中要求原线圈匝数大于副线圈匝数，从而使副线圈输出电压较低，故A错误；

B．虽然使用的电压较低，但实验中仍有可能出现错接或者短路等情况发生，为了人身安全，通电时不能用手接触裸露的导线进行连接，故B错误；

C．实验时可以保持原线圈电压、匝数不变，改变副线圈的匝数，探究副线圈匝数对副线圈电压的影响，故C正确；

D．互感现象是变压器的工作基础，电流通过原线圈时在铁芯中激发磁场，由于电流的大小、方向在不断变化，铁芯中的磁场也在不断变化。变化的磁场在副线圈中产生感应电动势，因此变压器是通过铁芯传导磁路将电能从原线圈传递到副线圈，故D错误。

故选C。

（3）[3]由表格数据可知

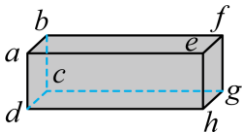
$$\frac{U_b}{U_a}>\frac{n_b}{n_a}$$

考虑到实验中所用变压器并非理想变压器，即存在功率损失，使得原、副线圈电压之比大于匝数比，所以原线圈的匝数为 n_b，副线圈的匝数为 n_a，而副线圈电压较小，电流较大，所以为了尽量减少能量损失，副线圈所用导线应比原线圈粗，故 ABD 错误，C 正确。

故选 C。

（4）[4]由于变压器工作时会在铁芯 Q 中存在变化的磁通量，为了减小能量传递过程中的损失，应尽可能使铁芯 Q 中不产生较大的涡流，如图所示，应通过相互绝缘的硅钢片使平行于 *efgh* 的各平面和平行于 *abfe* 的各平面都不能形成闭合回路，所以作为横档的铁芯 Q 的硅钢片应按照平行于 *adhe* 平面的形式设计。

故选 D。



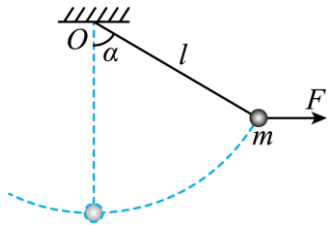
17. 如图所示，长度 $l=0.1\text{m}$ 的轻绳上端固定在 O 点，下端系一质量 $m=0.1\text{kg}$ 的小球（可视为质点）。取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$。

（1）在水平拉力的作用下，轻绳与竖直方向的夹角 $\alpha=60°$，小球保持静止。求此时小球所受水平拉力的大小 F；

（2）由图示位置无初速释放小球，不计空气阻力。当小球通过最低点时，求：

a．小球动量的大小 p；

b．轻绳对小球拉力的大小 F_{T}。



【答案】（1）$\sqrt{3}\text{N}$；（2）a．$0.1\text{kg}\cdot\text{m/s}$，b．2N

【解析】

【详解】（1）根据平衡条件以及力的分解可得

$$\tan\alpha=\frac{F}{mg}$$

解得

$$F=\sqrt{3}\text{N}$$

（2）a．设小球通过最低点时的速度大小为 v，根据动能定理有

$$\frac{1}{2}mv^2=mgl(1-\cos\alpha)$$

解得

$$v=1\text{m/s}$$

此时小球动量的大小为

$$p = mv = 0.1\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

b．对小球根据牛顿第二定律有

$$F_{\text{T}} - mg = m\frac{v^2}{l}$$

解得

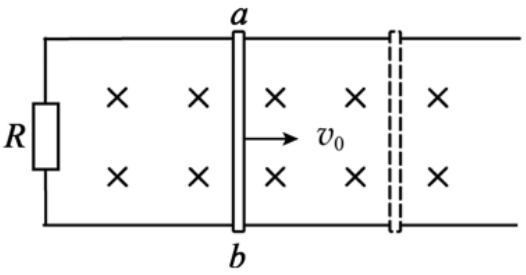
$$F_{\text{T}} = 2\text{N}$$

18. 如图所示，宽度为 L 的 U 型导体框，水平放置在磁感应强度大小为 B、方向竖直向下的匀强磁场中，左端连接一阻值为 R 的电阻。一质量为 m、电阻为 r 的导体棒 ab 置于导体框上。不计导体框的电阻、导体棒与框间的摩擦，导体棒 ab 与导体框始终接触良好。在水平向右的拉力作用下，导体棒 ab 以速度 v_0 匀速向右运动。

（1）求通过导体棒 ab 的电流大小 I；

（2）求拉力做功的功率 P；

（3）某时刻撤去拉力，经过一段时间导体棒 ab 停在导体框上，求在此过程中电阻 R 上产生的热量 Q。



【答案】（1）$\frac{BLv_0}{R+r}$；（2）$\frac{B^2L^2v_0^2}{R+r}$；（3）$\frac{mv_0^2R}{2(R+r)}$

【解析】

【详解】（1）导体棒 ab 以速度 v_0 匀速向右运动时产生　感应电动势大小为

$$E = BLv_0$$

根据闭合电路欧姆定律可知通过导体棒 ab 的电流大小为

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{BLv_0}{R+r}$$

（2）根据能量守恒定律可知拉力做功的功率等于回路的消耗的电功率，即

$$P = \frac{E^2}{R+r} = \frac{B^2L^2v_0^2}{R+r}$$

（3）从撤去拉力到导体棒 ab 最终停止的过程，回路产生的总热量为

$$Q_{总} = \frac{1}{2}mv_0^2$$

由于通过导体棒 ab 和电阻 R 的电流时刻相等，根据焦耳定律可推知在此过程中电阻 R 上产生的热量为

$$Q = \frac{R}{R+r}Q_{总} = \frac{mv_0^2R}{2(R+r)}$$

19. 在分析和解决物理问题时，有时可以通过合理、恰当的假设，进行分割或填补，使研究对象或研究过程对称，从而使复杂问题简单化。

（1）如图 1 所示，一小球从 A 点水平抛出，它在 B 点与竖直墙壁发生一次弹性碰撞后，以同样大小的速率反弹，最终落在 C 点。假设小球没有被墙壁阻挡，经过 B 点后会继续沿着抛物线运动，直至落在 C' 点，小球由 B 到 C 的运动轨迹与 BC' 曲线关于竖直墙壁对称。已知抛出点 A 离水平地面的高度为 h，与墙壁的水平距离为 s，落地点距墙壁的水平距离为 $2s$，重力加速度为 g。不计空气阻力。求小球抛出时的初速度 v_0。

（2）点电荷 $+q$ 与无限大金属平板 M 之间的电场线分布如图 2 所示，金属板 M 接地，它表面处的电场线均与其表面垂直。A 点在点电荷到金属板的垂线上，且靠近 M 板。已知点电荷与金属板间的距离为 d。求 A 点电场强度的大小 E。

（3）对磁现象的成功解释最早是由安培提出的。如图 3 所示，V 形长直导线中通过稳恒电流 I，图中角平分线上的 P 点距 V 形顶点的距离为 d。按照安培的计算，P 点的磁感应强度大小 $B=k\tan\frac{\alpha}{2}$（式中 k 为比例系数，且 k 和 α 已知）。

按照现在的电磁理论，无限长直导线通过电流为 I 时，距直导线为 r 处的磁感应强度大小 $B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$（其中 μ_0 为已知常数）。图中 P' 点与 P 相对于 V 形导线顶点对称，位于角平分线上。求 P' 点的磁感应强度大小 B'。

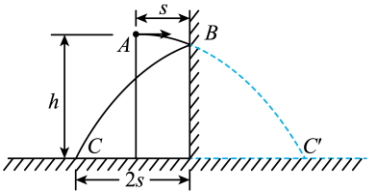


图1

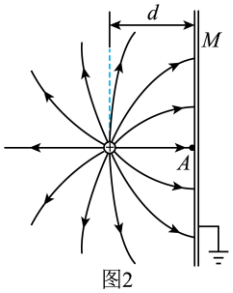


图2

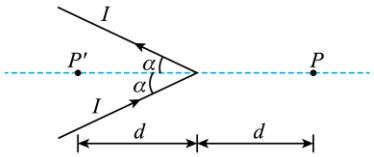


图3

【答案】（1）$v_0=3s\sqrt{\frac{g}{2h}}$；（2）$E=\frac{2kq}{d^2}$（3）$B'=\frac{\mu_0 I}{\pi d}\left(\frac{1}{\sin\alpha}-\frac{1}{2}\tan\frac{\alpha}{2}\right)$

【解析】

【详解】（1）由对称性可知，小球的运动可看做是沿轨迹 ABC' 的平抛运动，则

$$h=\frac{1}{2}gt^2$$

$$3s=v_0t$$

解得

$$v_0=3s\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

（2）因金属板放在了正点电荷的电场中，则金属板处于静电平衡状态，金属板是等势面，则电场线与金属板表面垂直，则该电场相当于等量异种点电荷电场，则 A 点的场强为

$$E=2k\frac{q}{d^2}=\frac{2kq}{d^2}$$

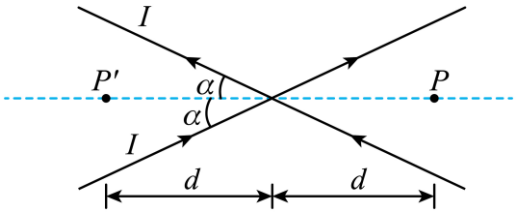
（3）假设 $\alpha=\frac{\pi}{2}$ 则 V 形导线变成直导线，则

$$k\tan\frac{\pi}{4}=\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

即

$$k=\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

假设两个电流为无限长的直导线，如图，



则 P' 点的磁感应强度大小满足

$$B'=2\cdot\frac{\mu_0 I}{2\pi d\sin\alpha}-k\tan\frac{\alpha}{2}$$

其中

$$k=\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

解得

$$B'=\frac{\mu_0 I}{\pi d}\left(\frac{1}{\sin\alpha}-\frac{1}{2}\tan\frac{\alpha}{2}\right)$$

20. “星空浩瀚无比，探索永无止境。”人类从未停止对宇宙的探索，中国航天事业正在创造更大的辉煌。

（1）变轨技术是航天器入轨过程中的重要一环。实际航行中的变轨过程较为复杂，为方便研究我们将航天器的变轨过程简化为如图 1 所示的模型：①将航天器发射到近地圆轨道 1 上；②在 A 点点火加速使航天器沿椭圆轨道 2 运行，轨道 1 和轨道 2 相切于 A 点，A、B 分别为轨道 2 的近地点与远地点，地球的中心位于椭圆的一个焦点；③在远地点 B 再次点火加速，航天器沿圆轨道 3 运行，轨道 2 和轨道 3 相切于 B 点。已知引力常量为 G，地球的质量为 M，轨道 1 半径为 R，轨道 3 半径为 $3R$，质量为 m 的物体与地球间的引力势能 $E_p=-\frac{GMm}{r}$（r 为物体到地心的距离，取无穷远处引力势能为零）。

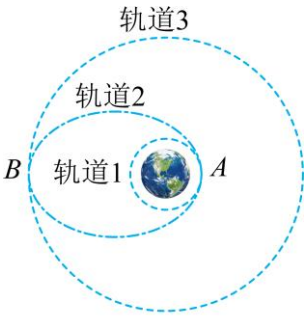


图1

a．求航天器在圆轨道 1 上运行时的速度大小 v；

b．开普勒第二定律表明：航天器在椭圆轨道 2 上运行时，它与地球中心的连线在相等的时间内扫过的面积相等。请根据开普勒第二定律和能量守恒定律，求航天器在椭圆轨道 2 近地点 A 的速度大小 v_A。

（2）在航天器到达预定高度后，通常使用离子推进器作为动力装置再进行姿态和轨道的微小修正。如图 2 所示，推进剂从 P 处注入，在 A 处电离出正离子，B、C 之间加有恒定电压 U，正离子进入 B 时的速度忽略不计，经加速形成电流为 I 的离子束从出口 D 喷出。已知单位时间内喷出的离子质量为 m_0。为研究方便，假定离子推进器在太空飞行时不受其他外力，忽略推进器运动的速度。求推进器获得的推力的大小 F。

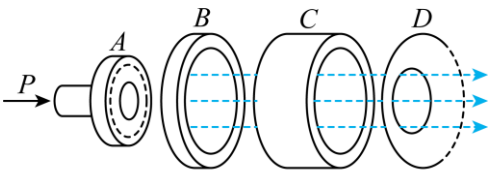


图2

【答案】（1）a. $\sqrt{\dfrac{GM}{R}}$，b. $\sqrt{\dfrac{3GM}{2R}}$；（2）$\sqrt{2IUm_0}$

【解析】

【详解】（1）a．设航天器的质量为 m_1，根据牛顿第二定律有

$$G\frac{Mm_1}{R^2}=m_1\frac{v^2}{R} \quad ①$$

解得

$$v=\sqrt{\frac{GM}{R}} \quad ②$$

b．对航天器在 A、B 点附近很小一段时间 Δt 内的运动，根据开普勒第二定律有

$$\frac{1}{2}v_A\cdot R\cdot\Delta t=\frac{1}{2}v_B\cdot 3R\cdot\Delta t \quad ③$$

对航天器从 A 到 B 的运动，根据能量守恒定律有

$$\frac{1}{2}m_1v_A^2-\frac{GMm_1}{R}=\frac{1}{2}m_1v_B^2-\frac{GMm_1}{3R} \quad ④$$

联立③④解得

$$v_A=\sqrt{\frac{3GM}{2R}} \quad ⑤$$

（2）设正离子的质量为 m_2，经过加速后获得的速度大小为 v'，根据动能定理有

$$qU=\frac{1}{2}m_2v'^2 \quad ⑥$$

设 t 时间内加速的正离子数为 N，推进器对所有正离子的合力大小为 F'，根据动量定理有

$$F't=Nm_2v' \quad ⑦$$

根据电流的定义可知

$$I=\frac{Nq}{t} \quad ⑧$$

由题意可知

$$m_0=\frac{Nm_2}{t} \quad ⑨$$

联立⑥⑦⑧⑨解得

$$F' = \sqrt{2IUm_0} \quad ⑩$$

根据牛顿第三定律可知推进器获得的推力的大小为

$$F = F' = \sqrt{2IUm_0} \quad ⑪$$