

2020 北京高考真题

物 理

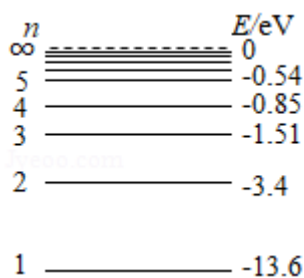
本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、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。

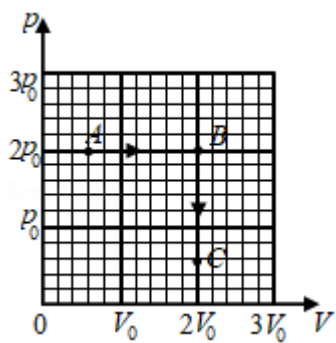
1. (3 分) 以下现象不属于干涉的是 ()

- A. 白光经过杨氏双缝得到彩色图样
- B. 白光照射肥皂膜呈现彩色图样
- C. 白光经过三棱镜得到彩色图样
- D. 白光照射水面油膜呈现彩色图样

2. (3 分) 氢原子能级示意如图。现有大量氢原子处于 $n=3$ 能级上，下列说法正确的是 ()



- A. 这些原子跃迁过程中最多可辐射出 2 种频率的光子
 - B. 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级比跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子频率低
 - C. 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级需吸收 0.66eV 的能量
 - D. $n=3$ 能级的氢原子电离至少需要吸收 13.6eV 的能量
3. (3 分) 随着通信技术的更新换代，无线通信使用的电磁波频率更高，频率资源更丰富，在相同时间内能够传输的信息量更大。第 5 代移动通信技术（简称 5G）意味着更快的网速和更大的网络容载能力，“4G 改变生活，5G 改变社会”。与 4G 相比，5G 使用的电磁波 ()
- A. 光子能量更大
 - B. 衍射更明显
 - C. 传播速度更大
 - D. 波长更长
4. (3 分) 如图所示，一定量的理想气体从状态 A 开始，经历两个过程，先后到达状态 B 和 C。有关 A、B 和 C 三个状态温度 T_A 、 T_B 和 T_C 的关系，正确的是 ()

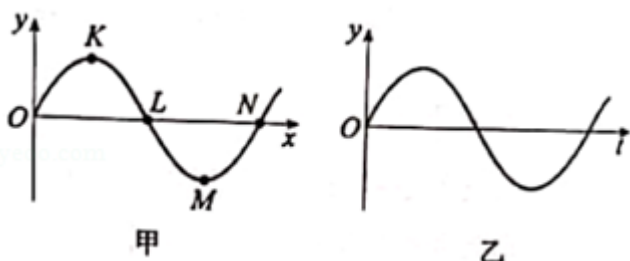


- A. $T_A = T_B$, $T_B = T_C$ B. $T_A < T_B$, $T_B < T_C$
 C. $T_A = T_C$, $T_B > T_C$ D. $T_A = T_C$, $T_B < T_C$

5. (3分) 我国首次火星探测任务被命名为“天问一号”。已知火星质量约为地球质量的 10%，半径约为地球半径的 50%，下列说法正确的是 ()

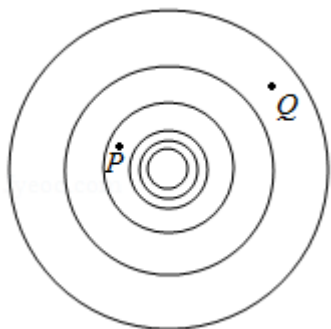
- A. 火星探测器的发射速度应大于地球的第二宇宙速度
 B. 火星探测器的发射速度应介于地球的第一和第二宇宙速度之间
 C. 火星的第一宇宙速度大于地球的第一宇宙速度
 D. 火星表面的重力加速度大于地球表面的重力加速度

6. (3分) 一列简谐横波某时刻波形如图甲所示。由该时刻开始计时，质点 L 的振动情况如图乙所示。下列说法正确的是 ()



- A. 该横波沿 x 轴负方向传播
 B. 质点 N 该时刻向 y 轴负方向运动
 C. 质点 L 经半个周期将沿 x 轴正方向移动到 N 点
 D. 该时刻质点 K 与 M 的速度、加速度都相同

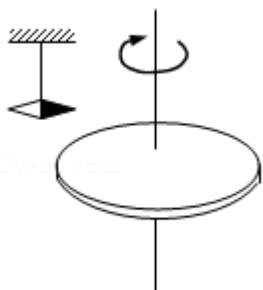
7. (3分) 真空中某点电荷的等势面示意如图，图中相邻等势面间电势差相等。下列说法正确的是 ()



- A. 该点电荷一定为正电荷

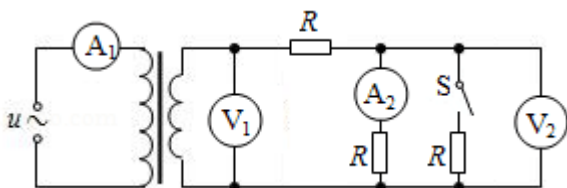
- B. P 点的场强一定比 Q 点的场强大
- C. P 点电势一定比 Q 点电势低
- D. 正检验电荷在 P 点比在 Q 点的电势能大

8. (3 分) 如图所示, 在带负电荷的橡胶圆盘附近悬挂一个小磁针。现驱动圆盘绕中心轴高速旋转, 小磁针发生偏转。下列说法正确的是 ()



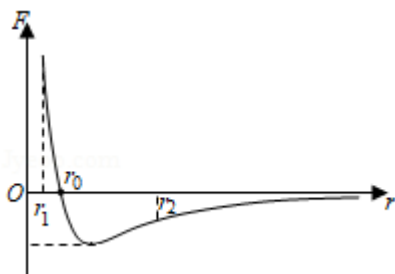
- A. 偏转原因是圆盘周围存在电场
- B. 偏转原因是圆盘周围产生了磁场
- C. 仅改变圆盘的转动方向, 偏转方向不变
- D. 仅改变圆盘所带电荷的电性, 偏转方向不变

9. (3 分) 如图所示, 理想变压器原线圈接在 $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ 的交流电源上, 副线圈接三个阻值相同的电阻 R , 不计电表内电阻影响。闭合开关 S 后 ()



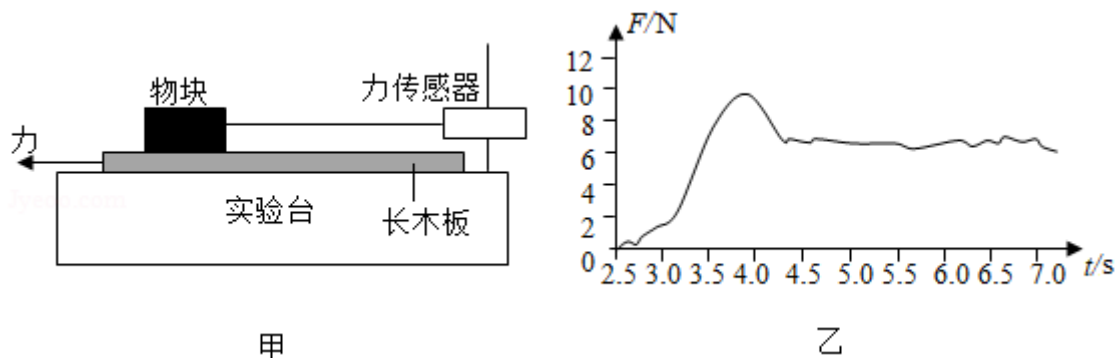
- A. 电流表 A_2 的示数减小
- B. 电压表 V_1 的示数减小
- C. 电压表 V_2 的示数不变
- D. 电流表 A_1 的示数不变

10. (3 分) 分子力 F 随分子间距离 r 的变化如图所示。将两分子从相距 $r=r_2$ 处释放, 仅考虑这两个分子间的作用, 下列说法正确的是 ()

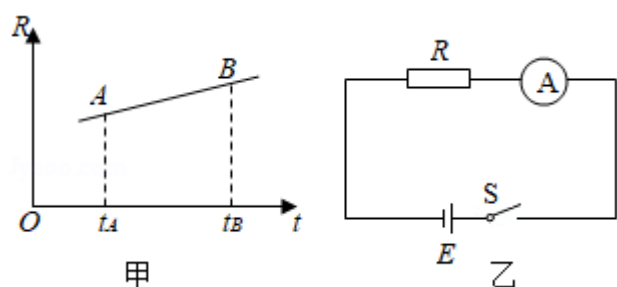


- A. 从 $r=r_2$ 到 $r=r_0$ 分子间引力、斥力都在减小
- B. 从 $r=r_2$ 到 $r=r_1$ 分子力的大小先减小后增大
- C. 从 $r=r_2$ 到 $r=r_0$ 分子势能先减小后增大
- D. 从 $r=r_2$ 到 $r=r_1$ 分子动能先增大后减小

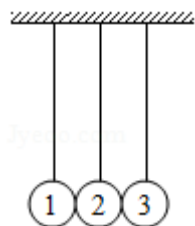
11. (3分) 某同学利用图甲所示装置研究摩擦力的变化情况。实验台上固定一个力传感器，传感器用棉线拉住物块，物块放置在粗糙的长木板上。水平向左拉木板，传感器记录的 $F-t$ 图象如图乙所示。下列说法正确的是 ()



- A. 实验中必须让木板保持匀速运动
B. 图乙中曲线就是摩擦力随时间的变化曲线
C. 最大静摩擦力与滑动摩擦力之比约为 10: 7
D. 只用图乙中数据可得出物块与木板间的动摩擦因数
12. (3分) 图甲表示某金属丝的电阻 R 随摄氏温度 t 变化的情况。把这段金属丝与电池、电流表串联起来 (图乙)，用这段金属丝做测温探头，把电流表的刻度改为相应的温度刻度，就得到了一个简易温度计。下列说法正确的是 ()



- A. t_A 应标在电流较大的刻度上，且温度与电流是线性关系
B. t_A 应标在电流较大的刻度上，且温度与电流是非线性关系
C. t_B 应标在电流较大的刻度上，且温度与电流是线性关系
D. t_B 应标在电流较大的刻度上，且温度与电流是非线性关系
13. (3分) 在同一竖直平面内，3 个完全相同的小钢球 (1 号、2 号、3 号) 悬挂于同一高度，静止时小球恰能接触且悬线平行，如图所示。在下列实验中，悬线始终保持绷紧状态，碰撞均为对心正碰。以下分析正确的是 ()

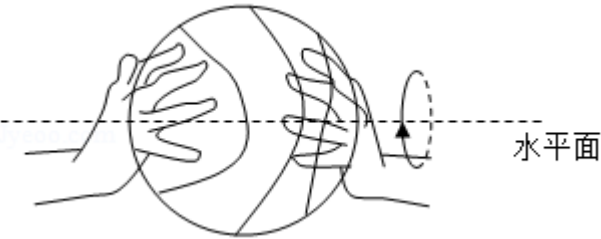


- A. 将 1 号移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 2 号静止、3 号摆至高度 h 。若 2 号换成质量不同的小钢球，重复上述实验，3 号仍能摆至高度 h
B. 将 1、2 号一起移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 1 号静止，2、3 号一起摆至高度 h ，释放后整个过程机械

能和动量都守恒

- C. 将右侧涂胶的 1 号移至高度 h 释放，1、2 号碰撞后粘在一起，根据机械能守恒，3 号仍能摆至高度 h
- D. 将 1 号和右侧涂胶的 2 号一起移至高度 h 释放，碰撞后，2、3 号粘在一起向右运动，未能摆至高度 h ，释放后整个过程机械能和动量都不守恒

14. (3 分) 在无风的环境里，某人在高处释放静止的篮球，篮球竖直下落：如果先让篮球以一定的角速度绕过球心的水平轴转动（如图）再释放，则篮球在向下掉落过程中偏离竖直方向做曲线运动。其原因是，转动的篮球在运动过程中除受重力外，还受到空气施加的阻力 f_1 和偏转力 f_2 。这两个力与篮球速度 v 的关系大致为： $f_1=k_1v^2$ ，方向与篮球运动方向相反； $f_2=k_2v$ ，方向与篮球运动方向垂直。下列说法正确的是（ ）



- A. k_1 、 k_2 是与篮球转动角速度无关的常量
- B. 篮球可回到原高度且角速度与释放时的角速度相同
- C. 人站得足够高，落地前篮球有可能向上运动
- D. 释放条件合适，篮球有可能在空中持续一段水平直线运动

二、本部分共 6 题，共 58 分。

15. (9 分) 在“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验中，做如下探究：

(1) 为猜想加速度与质量的关系，可利用图 1 所示装置进行对比实验。两小车放在水平板上，前端通过钩码牵引，后端各系一条细线，用板擦把两条细线按在桌上，使小车静止。抬起板擦，小车同时运动，一段时间后按下板擦，小车同时停下。对比两小车的位移，可知加速度与质量大致成反比。关于实验条件，下列正确的是：（选填选项前的字母）。

- A. 小车质量相同，钩码质量不同
- B. 小车质量不同，钩码质量相同
- C. 小车质量不同，钩码质量不同

(2) 某同学为了定量验证 (1) 中得到的初步关系，设计实验并得到小车加速度 a 与质量 M 的 7 组实验数据，如表所示。在图 2 所示的坐标纸上已经描好了 6 组数据点，请将余下的一组数据描在坐标纸上，并作出 $a-\frac{1}{M}$ 图象。

次数	1	2	3	4	5	6	7
$a/(m\cdot s^{-2})$	0.62	0.56	0.48	0.40	0.32	0.24	0.15
M/kg	0.25	0.29	0.33	0.40	0.50	0.71	1.00

(3) 在探究加速度与力的关系实验之前，需要思考如何测“力”。请在图 3 中画出小车受力的示意图。为了简化“力”的测量，下列说法正确的是：_____（选填选项前的字母）。

- A. 使小车沿倾角合适的斜面运动，小车受力可等效为只受绳的拉力
- B. 若斜面倾角过大，小车所受合力将小于绳的拉力
- C. 无论小车运动的加速度多大，砂和桶的重力都等于绳的拉力
- D. 让小车的运动趋近于匀速运动，砂和桶的重力才近似等于绳的拉力

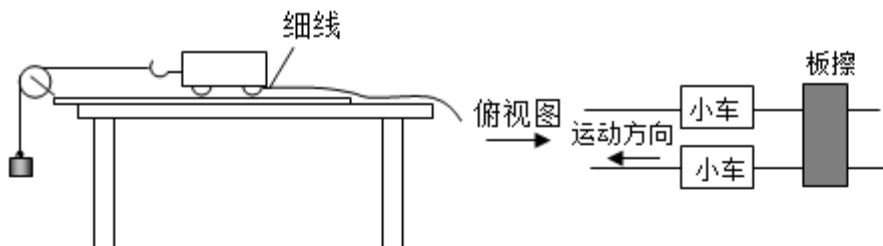


图1

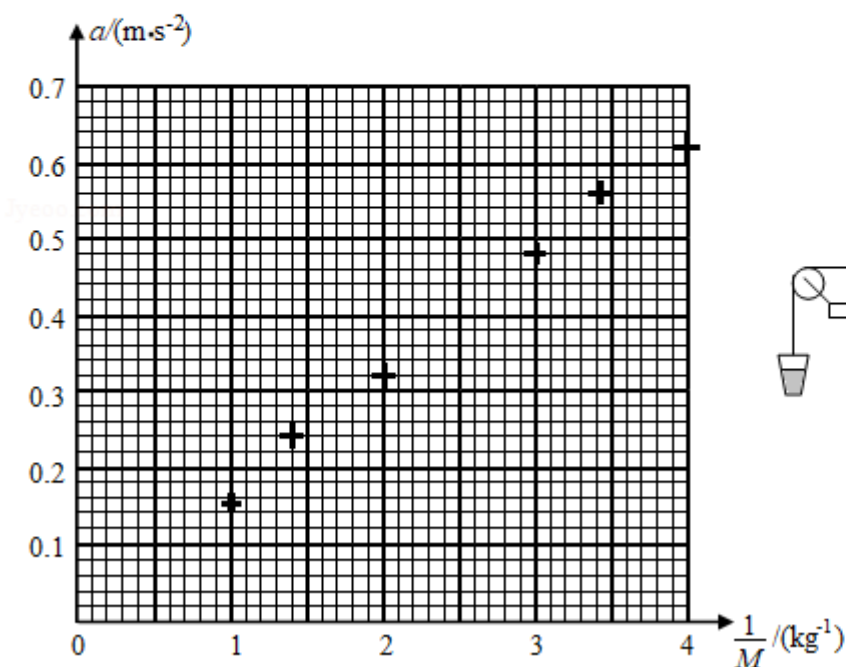


图2

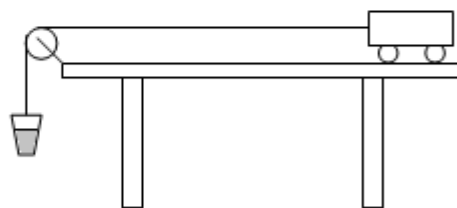


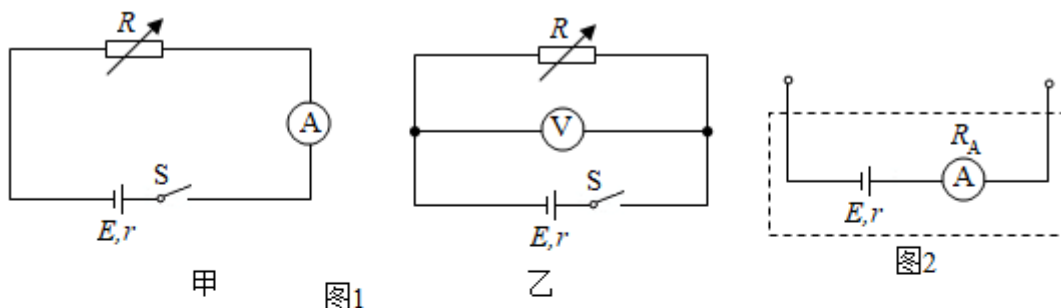
图3

16. (9 分) 用图 1 所示的甲、乙两种方法测量某电源的电动势和内电阻（约为 1Ω ）。其中 R 为电阻箱，电流表的内电阻约为 0.1Ω ，电压表的内电阻约为 $3k\Omega$ 。

(1) 利用图 1 中甲图实验电路测电源的电动势 E 和内电阻 r ，所测量的实际是图 2 中虚线框所示“等效电源”的电动势 E 和内电阻 r' 。若电流表内电阻用 R_A 表示，请你用 E 、 r 和 R_A 表示出 E' 、 r' ，并简要说明理由。

(2) 某同学利用图象分析甲、乙两种方法中由电表内电阻引起的实验误差。在图 3 中，实线是根据实验数据（图甲： $U=IR$ ，图乙： $I=\frac{U}{R}$ ）描点作图得到的 $U-I$ 图象；虚线是该电源的路端电压 U 随电流 I 变化的 $U-I$ 图象（没有电表内电阻影响的理想情况）。在图 3 中，对应图甲电路分析的 $U-I$ 图象是：_____；对应图乙电路分析的 $U-I$ 图象是：_____。

(3) 综合上述分析, 为了减小由电表内电阻引起的实验误差, 本实验应选择图 1 中的_____ (填“甲”或“乙”)。



fyee.com

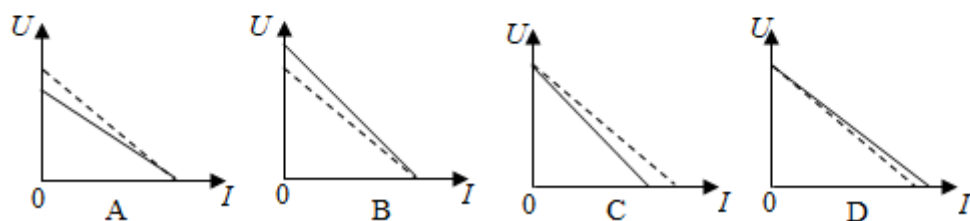


图3

17. (9 分) 无人机在距离水平地面高度 h 处, 以速度 v_0 水平匀速飞行并释放一包裹, 不计空气阻力, 重力加速度为 g 。

(1) 求包裹释放点到落地点的水平距离 x ;

(2) 求包裹落地时的速度大小 v ;

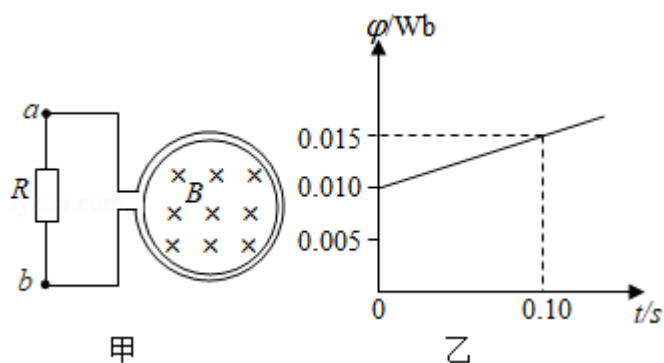
(3) 以释放点为坐标原点, 初速度方向为 x 轴方向, 竖直向下为 y 轴方向, 建立平面直角坐标系, 写出该包裹运动的轨迹方程。

18. (9 分) 如图甲所示, $N=200$ 匝的线圈 (图中只画了 2 匝), 电阻 $r=2\Omega$, 其两端与一个 $R=48\Omega$ 的电阻相连, 线圈内有指向纸内方向的磁场。线圈中的磁通量按图乙所示规律变化。

(1) 判断通过电阻 R 的电流方向:

(2) 求线圈产生的感应电动势 E ;

(3) 求电阻 R 两端的电压 U 。



19. (10 分) 如图甲所示, 真空中有一长直细金属导线 MN , 与导线同轴放置一半径为 R 的金属圆柱面。假设导线沿径向均匀射出速率相同的电子, 已知电子质量为 m , 电荷量为 e 。不考虑出射电子间的相互作用。

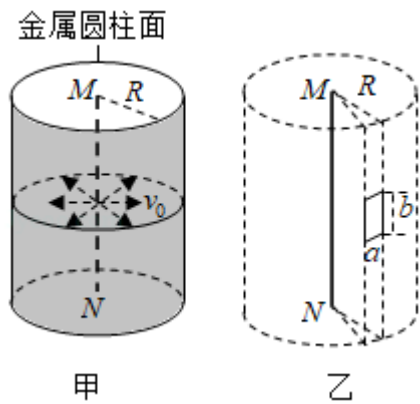
(1) 可以用以下两种实验方案测量出射电子的初速度:

a. 在柱面和导线之间, 只加恒定电压;

b. 在柱面内，只加与 MN 平行的匀强磁场。

当电压为 U_0 或磁感应强度为 B_0 时，刚好没有电子到达柱面。分别计算出射电子的初速度 v_0 。

(2) 撤去柱面，沿柱面原位置放置一个弧长为 a 、长度为 b 的金属片，如图乙所示。在该金属片上检测到出射电子形成的电流为 I ，电子流对该金属片的压强为 p 。求单位长度导线单位时间内出射电子的总动能。



20. (12 分) 某试验列车按照设定的直线运动模式，利用计算机控制制动装置，实现安全准确地进站停车。制动装置包括电气制动和机械制动两部分。图 1 所示为该列车在进站停车过程中设定的加速度大小 $a_{\text{车}}$ 随速度 v 的变化曲线。

(1) 求列车速度从 20m/s 降至 3m/s 经过的时间 t 及行进的距离 x 。

(2) 有关列车电气制动，可以借助图 2 模型来理解。图中水平平行金属导轨处于竖直方向的匀强磁场中，回路中的电阻阻值为 R ，不计金属棒 MN 及导轨的电阻。MN 沿导轨向右运动的过程，对应列车的电气制动过程，可假设 MN 棒运动的速度与列车的速度、棒的加速度与列车电气制动产生的加速度成正比。列车开始制动时，其速度和电气制动产生的加速度大小对应图 1 中的 P 点。论证电气制动产生的加速度大小随列车速度变化的关系，并在图 1 中画出图线。

(3) 制动过程中，除机械制动和电气制动外，列车还会受到随车速减小而减小的空气阻力。分析说明列车从 100m/s 减到 3m/s 的过程中，在哪个速度附近所需机械制动最强？（注意：解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明）

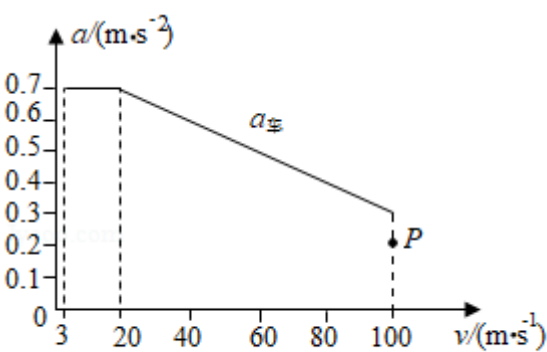


图1

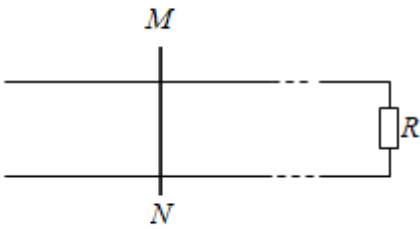


图2

北京市 2020 年普通高中学业水平等级性考试物理

参考答案

一、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. 【分析】白光过杨氏双缝形成彩色图样属于干涉现象；

白光照射肥皂泡和水面油膜属于薄膜干涉；

白光过三菱镜得到彩色图样属于光的色散；

【解答】解：A、用白光做光源，根据双缝干涉条纹的间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 知，不同波长的，条纹宽度不一，则得到彩色的干涉条纹，

B、肥皂液是无色的，吹出的肥皂泡却是彩色的，是由于光线在肥皂膜的表面发生干涉造成的，

C、阳光通过三棱镜形成彩色光带，是光的色散现象，不属于干涉现象，

D、水面上的油膜呈现彩色是光的干涉现象，属于薄膜干涉，

本题选现象不属于干涉的，故选：C。

【点评】考查光的干涉、光的色散现象，理解它们的原理与区别，注意色散与干涉的区别。

2. 【分析】一群氢原子，向低能级跃迁时最多发出的光子种数为 C_n^2 ；利用公式 $h\nu = E_m - E_n$ 计算辐射出去的光子频率，然后比较频率大小； $n=3$ 能级的氢原子电离至少需要吸收 1.51eV 的能量。

【解答】解：A. 大量氢原子处于 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 多可辐射出 $C_3^2 = 3$ 种不同频率的光子，故 A 错误；

B. 根据能级图可知从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级辐射的光子能量为： $h\nu_1 = 13.6\text{eV} - 1.51\text{eV} = 12.09\text{eV}$

从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子能量为： $h\nu_2 = 3.4\text{eV} - 1.51\text{eV} = 1.89\text{eV}$

比较可知从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级比跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子频率高，故 B 错误；

C. 根据能级图可知从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级，需要吸收的能量为： $E = 1.51\text{eV} - 0.85\text{eV} = 0.66\text{eV}$ ，故 C 正确；

D. 根据能级图可知氢原子处于 $n=3$ 能级的能量为 - 1.51eV，故要使其电离至少需要吸收 1.51eV 的能量，故 D 错误。

故选：C。

【点评】本题考查了氢原子的能级公式和跃迁。轨道量子化和能量量子化是量子力学的基础，是近代物理学的巨大飞跃，学生要能通过简单的计算理解其意义。

3. 【分析】5G 使用的电磁波频率比 4G 高，由光子能量表达式 $E = h\nu$ 可知，频率越大，光子的能量越大；频率越大，

波长越短，衍射更不明显；光在真空中的传播速度都是相同的，在介质中要看折射率。

【解答】解：A. 因为 5G 使用的电磁波频率比 4G 高，根据 $E=h\nu$ 可知，5G 使用的电磁波比 4G 光子能量更大，故 A 正确；

B. 发生明显衍射的条件是障碍物（或孔）的尺寸可以跟波长相比，甚至比波长还小；因 5G 使用的电磁波频率更高，即波长更短，故 5G 越不容易发生明显衍射，故 B 错误；

C. 光在真空中的传播速度都是相同的；光在介质中的传播速度为 $v=\frac{c}{n}$ ，5G 的频率比 4G 高，而频率越大折射率越大光在介质中的传播速度越小，故 C 错误；

D. 因 5G 使用的电磁波频率更高，根据 $v=\frac{c}{\lambda}$ 可知，波长更短，故 D 错误。

故选：A。

【点评】本题考查了电磁波在日常生活和生产中的广泛应用。本题的解题关键是知道电磁波的信息传递量跟频率的关系以及波长、波速、频率之间的关系，是一道基础题。

4. 【分析】依据等压过程的盖·吕萨克定律 $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$ ，等容过程的查理定律 $\frac{p_B}{T_B} = \frac{p_C}{T_C}$ ，及状态 A 和 C，依据理想气体状态参量方程，即可求解。

【解答】解：由图可知，状态 A 到状态 B 是一个等压过程，根据 $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$ ，因为 $V_B > V_A$ ，则有： $T_B > T_A$ ，

而状态 B 到状态 C 是一个等容过程，则有： $\frac{p_B}{T_B} = \frac{p_C}{T_C}$ ，因为 $p_B > p_C$ ，则有： $T_B > T_C$ ，

对状态 A 和 C，依据理想气体状态参量方程，则有： $\frac{2p_0 \times \frac{3}{5}V_0}{T_A} = \frac{\frac{3}{5}p_0 \times 2V_0}{T_C}$ ，解得： $T_A = T_C$ ，

综上所述，可知，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

【点评】考查了理想气体的盖·吕萨克定律与查理定律及理想气体状态方程，注意它们的区别，及成立的条件。

5. 【分析】根据第一宇宙速度是卫星发射的最小速度；第二宇宙速度是人造天体脱离地球引力束缚所需的最小速度；第三宇宙速度是人造天体脱离太阳束缚所需的最小速度；

结合匀速圆周运动中万有引力提供向心力，及万有引力近似等于重力，一一列式，即可求解。

【解答】解：A、当发射速度大于第二宇宙速度时，探测器将脱离地球的引力在太阳系的范围内运动，火星在太阳系内，所以火星探测器的发射速度应大于第二宇宙速度，故 A 正确；

B、第二宇宙速度是探测器脱离地球的引力到太阳系中的临界条件，当发射速度介于地球的第一和第二宇宙速度之间时，探测器将围绕地球运动，故 B 错误；

C、万有引力提供向心力，则有： $\frac{GMm}{R^2} = \frac{mv_1^2}{R}$

解得第一宇宙速度为： $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$

所以火星的第一宇宙速度为： $v_{\text{火}} = \sqrt{\frac{10\%}{50\%}} v_{\text{地}} = \frac{\sqrt{5}}{5} v_{\text{地}}$ ，因此火星的第一宇宙速度小于地球的第一宇宙速度，故 C 错误；

D、万有引力近似等于重力，则有： $\frac{GMm}{R^2} = mg$

解得：火星表面的重力加速度， $g_{\text{火}} = \frac{GM_{\text{火}}}{R_{\text{火}}^2} = \frac{10\%}{(50\%)^2} g_{\text{地}} = \frac{2}{5} g_{\text{地}}$ ，所以火星表面的重力加速度小于地球表面的重力加速度，故 D 错误。

故选：A。

【点评】了解三个宇宙速度的基本含义，掌握万有引力定律的内容，理解引力近似等于重力的条件，同时能通过物理规律把进行比较的物理量表示出来，再通过已知的物理量关系求出问题是选择题中常见的方法。

6. 【分析】根据质点 L 的振动图象，从而判定波的传播方向，再依据波的微平移法，则可确定质点 N 点的振动方向，依据波在传播过程中，质点不随波迁移；最后结合速度与加速度是矢量，是否相等要从大小与方向两角度考虑。

【解答】解：A. 由图乙可知，质点 L 在该时刻，向 y 轴正方向振动，依据微平移法，可知，该横波沿 x 轴正方向传播，故 A 错误；

B. 由上分析，结合微平移法，可知，质点 N 该时刻向 y 轴负方向运动，故 B 正确；

C. 依据机械波在传播过程中质点并不随波一起迁移，因此质点 L 经半个周期不会沿 x 轴正方向移动到 N 点，故 C 错误；

D. 因 K、M 之间间隔半个波长，K、M 的步调始终相反，因此该时刻质点 K 与 M 的速度、加速度大小都相同，但它们的方向不同，故 D 错误；

故选：B。

【点评】掌握用微平移法判断质点的振动方向和波的传播方向，知道质点不会随波迁移，理解波动图象与振动图象的区别，注意速度与加速度是矢量，是否相同还要考虑其方向。

7. 【分析】根据顺着电场线电势逐渐降低从而判断电场线的方向，以此判断点电荷的电性；根据等势面的疏密程度分析场强的大小；正电荷电势越高，电势能越大。

【解答】解：ACD、由于题中 P、Q 两点的电势的大小关系不确定，所以无法确定电场线的方向，则没有办法确定点电荷的电性，正检验电荷在 P、Q 两点的电势能的大小也无法确定，故 ACD 错误；

B、根据等势面的疏密程度可知，P 点的电场强度大于 Q 点的电场强度，故 B 正确。

故选：B。

【点评】解决该题的关键是掌握点电荷的电性的判断方法，知道等势面的疏密程度反应了电场强度的大小。

8. 【分析】根据电荷的定向移动形成电流，电流周围存在磁场，结合安培定则，从而确定电流方向与磁场方向的关系；再根据磁极间的相互作用可明确小磁针 N 极的偏转方向。

【解答】解：AB、由题意可知，磁针受到磁场力的作用，原因是由于电荷的定向移动，从而形成电流，而电流周围会产生磁场，故 B 正确，A 错误；

C、只改变圆盘的转动方向，那么电流产生磁场方向与之前的相反，则小磁针的偏转方向也与之前的相反，故 C 错误；

D、如果使圆盘带上正电，圆盘的转动方向不变，那么电流产生磁场方向与之前的相反，则小磁针的偏转方向也与之前的相反，小磁针的偏转方向发生变化，故 D 错误。

故选：B。

【点评】解决该题需要明确知道电荷的移动会产生磁场，而小磁针的转动是由于磁场的原因造成的。

9. 【分析】变压器的动态分析问题和闭合电路中的动态分析类似，可以根据闭合开关 S 后，确定出总电路的电阻的变化，进而可以确定总电路的电流的变化情况，再根据电压不变，来分析其他的元件的电流和电压的变化情况。

【解答】解：ABC、因开关 S 闭合时，副线圈电路的总的电阻减小，由于变压器的匝数比和输入的电压都不变，所以输出的电压也不变，即 V_1 示数不变，但因总电阻减小，则电流增大，因干路中电阻 R 分压增大，所以电压

表 V_2 示数变小，电流表的示数为： $I_{A2} = \frac{U_{V2}}{R}$ ，故电流表 A_2 的示数减小，故 A 正确，BC 错误；

D、开关 S 闭合时，总的电阻减小，所以电路的总电流 I_2 要变大，根据 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_{A1}}$ ，可知 I_{A1} 变大，电流表 A_1 示

数要变大，故 D 错误；

故选：A。

【点评】对于电路的动态变化的分析，总的原则就是由部分电路的变化确定总电路的变化情况，再确定其他的电路的变化情况，即先部分后整体再部分的方法。注意变压器输出电压由输入电压决定，而输入功率由输出功率决定。

10. 【分析】当分子间距离等于平衡距离时，分子力为零，分子势能最小；当分子间距离小于平衡距离时，分子力表现为斥力，当分子间距离大于平衡距离时，分子力表现为引力；根据分子力做功情况分析分析势能和动能的变化。

【解答】解：A、从 $r=r_2$ 到 $r=r_0$ 分子间引力、斥力都在增加，但斥力增加的更快，故 A 错误；

B、由图可知，在 $r=r_0$ 时分子力为零，故从 $r=r_2$ 到 $r=r_1$ 分子力的大小先增大后减小再增大，故 B 错误；

C、分子势能在 $r=r_0$ 时最小，故从 $r=r_2$ 到 $r=r_0$ 分子势能一直在减小，故 C 错误；

D、从 $r=r_2$ 到 $r=r_1$ 分子力先做正功后做负功，故分子动能先增大后减小，故 D 正确；

故选：D。

【点评】解决本题的关键是掌握分子力做功与分子势能的关系，知道分子间距离等于平衡距离时，分子力为零，分子势能最小。

11. 【分析】以物块为研究对象，物块一直受力平衡。由图乙可知，开始棉线拉力 F 从 0 增大，一直与长木板给的静摩擦力平衡，一直到峰值 10N 左右；之后物块与长木板相对滑动，物块受动摩擦力和棉线拉力平衡，由图乙知动摩擦力大小 7N 左右；最大静摩擦力大于动摩擦力；动摩擦力 $f=\mu F_N$ 。

【解答】解：A、动摩擦力大小与是否匀速直线运动无关，故 A 错误；

B、图乙曲线是拉力 F 随时间的变化曲线，故 B 错误；

C、由图乙可知，开始物块受到棉线拉力和长木板给的静摩擦力平衡，一直到拉力峰值 10N 左右，此时最大静摩擦力约为 10N；之后物块与长木板相对滑动，物块受动摩擦力和棉线拉力平衡，由图乙知动摩擦力大小 7N 左右，最大静摩擦力与滑动摩擦力之比约为 10:7，故 C 正确；

D、图乙中数据可得出物块与木板间的动摩擦力大小， $f=\mu F_N=\mu mg$ ， m 未知，故求不出动摩擦因数，故 D 错误。
故选：C。

【点评】此题选择研究对象很重要，注意传感器表示哪个力；明确静摩擦力和动摩擦力的求法。

12. 【分析】由甲图读出温度与电阻的关系，再由闭合电路欧姆定律得出电流与电阻的关系，从而得到温度与电阻的关系，即可分析电阻温度计的温度刻度情况。

【解答】解：AB、由甲图可知， t_A 点对应的电阻阻值较小，由闭合电路欧姆定律知对应电路中的电流较大，由图甲得：

$$R=R_0+kt$$

由闭合电路欧姆定律得： $I=\frac{E}{R_A+R+r}$

联立解得： $t=\frac{E}{kI}-\frac{R_0+R_A+r}{k}$ ，可知，温度与电流是非线性关系，故 A 错误，B 正确；

CD、同理， t_B 应标在电流较小的刻度上，且温度与电流是非线性关系，故 CD 错误。

故选：B。

【点评】本题考查闭合电路欧姆定律，要注意根据图象列式进行分析，明确题目中给出的信息，再结合闭合电路欧姆定律进行分析即可得出结论。

13. 【分析】质量相等的两球发生弹性碰撞时，碰后交换速度。发生完全非弹性碰撞时，机械能损失最大。只有重力做功时物体的机械能守恒。

【解答】解：A、将 1 号移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 2 号静止、3 号摆至高度 h ，可知，小球 1、2 间，2、3 间发生了弹性碰撞，且碰后交换速度。若 2 号换成质量不同的小钢球，1、2 间，2、3 间碰后并不交换速度，

则 3 号上摆的高度不等于 h ，故 A 错误；

B、将 1、2 号一起移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 1 号静止，2、3 号一起摆至高度 h ，三小球之间的碰撞为弹性碰撞，且三小球组成的系统只有重力做功，所以系统的机械能守恒，但整个过程中，系统所受合外力不为零，所以系统动量不守恒，故 B 错误；

C、将右侧涂胶的 1 号移至高度 h 释放，1、2 号碰撞后粘在一起，发生完全非弹性碰撞，机械能有损失，再与 3 球碰撞后，3 获得的速度小于 1 与 2 碰撞前瞬间的速度，则 3 号上升的高度小于 h ，故 C 错误；

D、小球 1、2 间，2、3 间发生完全非弹性碰撞，机械能有损失，释放后整个过程机械能和动量都不守恒，故 D 正确。

故选：D。

【点评】解决本题的关键要了解碰撞的类型，知道质量相等的两球发生弹性碰撞时碰后交换速度。发生完全非弹性碰撞时，机械能有损失。

14. 【分析】根据篮球未转动时和转动时的受力情况，确定 k_1 、 k_2 是否与篮球转动角速度有关；根据质量关系分析篮球的角速度变化情况、判断篮球是否能够回到原高度，故 B 错误；根据篮球下落过程中的受力情况方向篮球是否可能向上运动；如果篮球的速度变成水平方向，则空气阻力的作用会使篮球速度减小，则篮球受到的偏转力 f_2 将变小，由此分析篮球是否可能在空中持续一段水平直线运动。

【解答】解：A、篮球未转动时，篮球竖直下落，没有受到偏转力 f_2 的作用，而篮球转动时，将受到偏转力 f_2 的作用，所以偏转力 $f_2 = k_2 v$ 中的 k_2 与篮球转动角速度有关，故 A 错误；

B、空气阻力一直对篮球做负功，篮球的机械能将减小，篮球的角速度也将减小，所以篮球没有足够的能量回到原高度，故 B 错误；

C、篮球下落过程中，其受力情况如下图所示：



篮球下落过程中，由受力分析可知，随着速度不断增大，篮球受到 f_1 和 f_2 的合力沿竖直方向的分力可能比重力大，可使篮球竖直方向的分速度减小为零或变成竖直向上，所以篮球可能向上运动，故 C 正确；

D、如果篮球的速度变成水平方向，则空气阻力的作用会使篮球速度减小，则篮球受到的偏转力 f_2 将变小，不能保持 f_2 与重力持续等大反向，所以不可能在空中持续一段水平直线运动，故 D 错误。

故选：C。

【点评】本题主要是考查篮球旋转时的运动情况，关键是弄清楚篮球在运动过程中的受力情况和能量转化情况，然后再分析其运动情况。

二、本部分共 6 题，共 58 分。

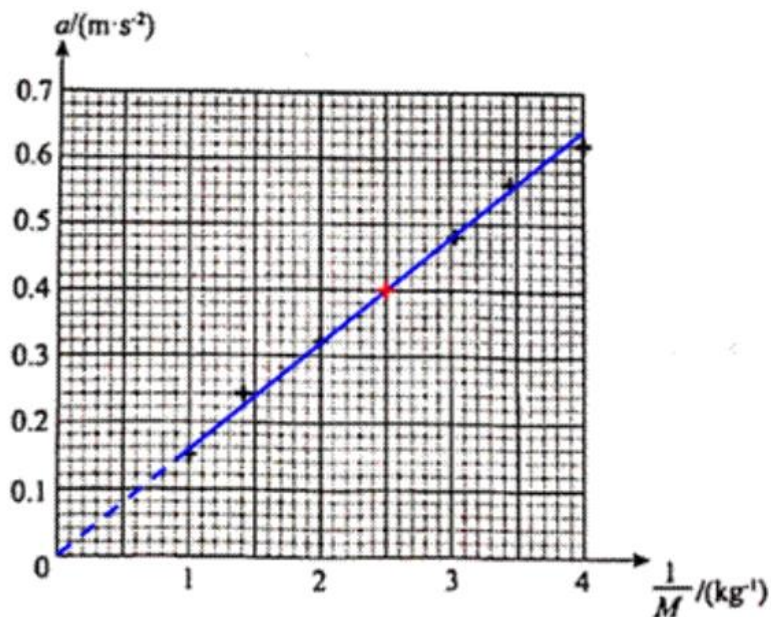
15. 【分析】(1) 根据控制变量法进行分析；

(2) 描出第 4 组数据，根据图中的点迹进行画图；

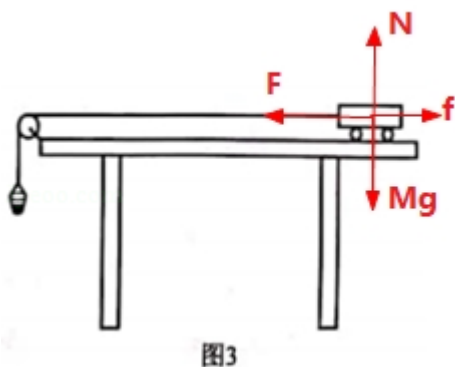
(3) 根据受力情况画出小车的受力示意图，再根据受力情况结合题意进行分析。

【解答】解：(1) 为猜想加速度与质量的关系，应该控制合外力一定（即钩码的质量一定），改变小车的的质量的大小，从而分析加速度的大小，故 AC 错误、B 正确；

(2) 根据图 2 中的点可知少第 4 组，即 $M=0.4\text{kg}$ ， $\frac{1}{M} = \frac{1}{0.4}\text{kg}^{-1} = 2.5\text{kg}^{-1}$ ，点迹如图，作出 $a-\frac{1}{M}$ 图象如图所示：



(3) 小车受力的示意图如图所示：



A、使小车沿倾角合适的斜面运动，小车所受重力沿斜面的分力刚好等于小车所受的摩擦力，则小车受力可等效为只受绳的拉力，故 A 正确；

B、若斜面倾角过大，重力沿斜面的分力大于摩擦力，小车所受合力将大于绳的拉力，不利于简化“力”的测量，故 B 错误；

C、由牛顿第二定律可知，无论小车运动的加速度多大，砂和桶的重力都大于绳的拉力，故 C 错误；

D、当小车的运动趋近于匀速运动时，砂和桶可近似看成受力平衡，则砂和桶的重力才近似等于绳的拉力，故 D 正确。

故选：AD。

故答案为：（1）B；（2）如图所示；（3）受力图见解析；AD。

【点评】对于实验题，要弄清楚实验目的、实验原理以及数据处理、误差分析等问题，一般的实验设计、实验方法都是根据教材上给出的实验方法进行拓展，延伸，所以一定要熟练掌握教材中的重要实验。

16. 【分析】（1）将电源和电流表视为等效电源，电源电动势是电源本身具有的属性，电流表不具有产生电动势的本领，所以等效电源的电动势仍然为 $E' = E$ ，而电流表的内阻和电动势的内阻作为等效电源的内阻；

（2）对甲图，考虑电表内阻时，根据闭合电路欧姆定律得到 $U - I$ 图象为虚线和直接通过实验获得数据为实线进行比较；同理，对乙图，考虑电表内阻时（即虚线对应的真实情况），根据闭合电路欧姆定律得到 $U - I$ 图象为虚线和直接通过实验获得数据为实线进行比较即可。

（3）根据图甲电流表分压较为明显，所以内阻测量的误差很大；图乙电压表内阻很大，分流不明显，所以电动势和内阻的测量误差较小来判断。

【解答】解：（1）将电源和电流表视为等效电源，电源电动势是电源本身具有的属性，电流表不具有产生电动势的本领，所以等效电源的电动势仍然为 $E' = E$

而电流表的内阻和电动势的内阻作为等效电源的内阻，即： $r' = r + R_A$

（2）对甲图，考虑电表内阻时，根据闭合电路欧姆定律得： $E = U_{\text{路}} + Ir_{\text{内}} = U + I(r + R_A)$

变形得： $U = - (r + R_A) I + E$

直接通过实验获得数据，可得： $U = - rI + E$

图象与纵轴截距均为电源电动势 E ，虚线对应的斜率大小为 $r + R_A$ ，实线对应的斜率大小为 r ，所以对应图甲电路分析的图象是 C；

对乙图，考虑电表内阻时（即虚线对应的真实情况），根据闭合电路欧姆定律得： $E = U_{\text{路}} + Ir_{\text{内}} =$

$$U + (I + \frac{U}{R_V})r = U + Ir + U \frac{r}{R_V}$$

$$\text{变形得 } U = - \frac{R_V r}{R_V + r} I + \frac{R_V}{R_V + r} E$$

直接通过实验获得数据，可得 $U = - rI + E$

虚线对应的斜率大小为 r ，实线对应的斜率大小为 $\frac{R_V}{R_V + r} r < r$ ，虚线对应的纵轴截距为 E ，实线对应的纵轴截距为

$\frac{R_V}{R_V + r} E < E$ ；两图线在 $U = 0$ 时，对应的短路电流均为 $I_{\text{短}} = \frac{E}{r}$ ，所以对应图乙电路分析的 $U - I$ 图象是 A。

（3）图甲虽然测量的电源电动势准确，但电流表分压较为明显，所以内阻测量的误差很大；图乙虽然电动势和内阻测量均偏小，但是电压表内阻很大，分流不明显，所以电动势和内阻的测量误差较小，所以选择图乙可以减小由电表内电阻引起的实验误差。

故答案为：（1） $E' = E$ ， $r' = r + R_A$ ，理由如上所述；（2）C，A；（3）乙。

【点评】本题考查了安箱法和伏箱法测量某电源的电动势和内电阻的对比，要明白实验的原理是闭合电路欧姆定律，要会应用等效电源法并结合 $U - I$ 图象去分析实验误差。

17. 【分析】（1）根据竖直高度求出物体在空中运动的时间，结合水平位移公式求包裹释放点到落地点的水平距离 x ；
（2）根据速度位移公式求出落地时的竖直分速度，结合平行四边形定则求出包裹落地时的速度大小 v ；
（3）包裹做平抛运动，分解位移，分别得到水平方向和竖直方向上的分位移表达式，然后消去时间得包裹的轨迹方程。

【解答】解：（1）包裹脱离无人机后做平抛运动，在竖直方向做自由落体运动，则有： $h = \frac{1}{2}gt^2$

解得： $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

水平方向上做匀速直线运动，所以水平距离为： $x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$

（2）包裹落地时，竖直方向速度为： $v_y = gt = \sqrt{2gh}$

落地时速度为： $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$

（3）包裹做平抛运动，分解位移，水平方向上有： $x = v_0 t'$

竖直方向上有： $y = \frac{1}{2}gt'^2$

两式消去时间得包裹的轨迹方程为： $y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$

答：（1）包裹释放点到落地点的水平距离 x 为 $v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ；

（2）包裹落地时的速度大小 v 落地时速度为 $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$ ；

（3）以释放点为坐标原点，初速度方向为 x 轴方向，竖直向下为 y 轴方向，建立平面直角坐标系，该包裹运动的轨迹方程为 $y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$ 。

【点评】本题以无人机水平匀速飞行并释放一包裹为背景考查了平抛运动在实际问题中的应用，解决此题的关键是要明白平抛运动在水平方向上做匀速直线运动和竖直方向上做自由落体运动，灵活选取运动学公式求解。

18. 【分析】（1）根据楞次定律判断感应电流的方向；
（2）由图求出磁通量的变化率，根据法拉第电磁感应定律求出回路中感应电动势；
（3）根据闭合电路的欧姆定律求解感应电流，再根据欧姆定律求解电压表的读数。

【解答】解：（1）线圈相当于电源，由楞次定律可知 a 相当于电源的正极，b 相当于电源的负极；

通过电阻 R 的电流方向 a→b；

（2）由法拉第电磁感应定律得： $E = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 200 \times \frac{0.015 - 0.01}{0.1} \text{V} = 10 \text{V}$ ；

（3）由闭合电路的欧姆定律得： $I = \frac{E}{R+r} = \frac{10}{48+2} \text{A} = 0.2 \text{A}$

又由部分电路的欧姆定律得： $U = IR = 0.2 \times 48 \text{V} = 9.6 \text{V}$ 。

答：（1）通过电阻 R 的电流方向为 a→b；

（2）线圈产生的感应电动势为 10V；

（3）电阻 R 两端的电压为 9.6V。

【点评】此题根据法拉第电磁感应定律求感应电动势，由楞次定律判断感应电动势的方向，再结合闭合电路的欧姆定律进行解答。

19. 【分析】（1）a. 在柱面和导线之间，只加恒定电压时，根据动能定理求得出射电子的初速度；b. 在柱面内，只加与 MN 平行的匀强磁场，根据洛伦兹力提供向心力及几何关系求得出射电子的初速度；

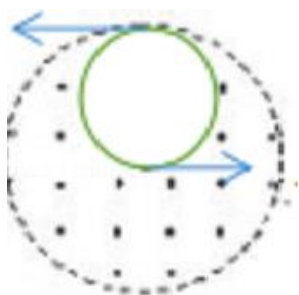
（2）根据电流的微观表达式和动量定理及动能的定义求得单位长度导线单位时间内出射电子的总动能。

【解答】解：（1）a. 在柱面和导线之间，只加恒定电压 U_0 ，粒子刚好没有电子到达柱面，此时速度为零，根据

动能定理得： $-eU_0 = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$

解得： $v_0 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}}$

b. 在柱面内，只加与 MN 平行的匀强磁场，磁感应强度为 B_0 时，刚好没有电子到达柱面，设粒子的偏转半径为 r ，粒子俯视图，如图所示：



根据几何关系有： $2r = R$

根据洛伦兹力提供向心力，得： $B_0 ev_0 = m \frac{v_0^2}{r}$

解得： $v_0 = \frac{B_0 e R}{2m}$

(2) 撤去柱面, 设单位长度射出电子数为 n , 则单位时间都到柱面的粒子数为: $N = \frac{nab}{2\pi R}$

金属片上电流为: $I = \frac{q}{t} = \frac{Nte}{t} = Ne$

所以: $n = \frac{2\pi RI}{eab}$

根据动量定理得金属片上的压强为: $p = \frac{F}{ab} = \frac{mvN}{ab}$

解得: $v = \frac{2\pi Rp}{mn} = \frac{eabp}{mI}$

故总动能为: $E_k = n \cdot \frac{1}{2}mv^2 = \frac{\pi Reabp^2}{mI}$

答: (1) a. 在柱面和导线之间, 只加恒定电压, 出射电子的初速度为 $\sqrt{\frac{2eU_0}{m}}$;

b. 在柱面内, 只加与 MN 平行的匀强磁场, 出射电子的初速度为 $\frac{B_0 eR}{2m}$;

(2) 单位长度导线单位时间内出射电子的总动能为 $\frac{\pi Reabp^2}{mI}$ 。

【点评】本题考查了动能定理、动量定理及向心力公式的综合应用, 解决本题的关键是应用电流强度的微观表达式解题。

20. 【分析】(1) 根据图线分析列车速度从 20m/s 降至 3m/s 的过程加速度大小, 由加速度定义式求时间, 由速度 - 位移公式求位移;

(2) 根据感应电动势的计算公式结合闭合电路的欧姆定律、安培力的计算公式、牛顿第二定律等列方程求解棒的加速度与棒的速度关系; 因为列车电气制动产生的加速度与列车的速度成正比, 为过 P 点的正比例函数, 由此画图;

(3) 电气制动和空气阻力产生的加速度都随速度的减小而减小, 列车速度从 20m/s 降至 3m/s 的过程中加速度大小 $a_{\text{车}}$ 随速度 v 减小而增大, 由此分析列车速度为多少时需机械制动最强。

【解答】解: (1) 由题图 1 可知, 列车速度从 20m/s 降至 3m/s 的过程是加速度为 $a = 0.7\text{m/s}^2$ 的匀减速直线运动,

由加速度定义式可得: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

所以 $t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{20-3}{0.7}\text{s} \approx 24.3\text{s}$;

由速度 - 位移公式 $v^2 - v_0^2 = -2ax$ 得:

$$x = \frac{v_0^2 - v^2}{2a} = 279.3\text{m};$$

(2) MN 沿导轨向右运动切割磁场线产生感应电动势 $E = BLv$

$$\text{回路中感应电流 } I = \frac{E}{R}$$

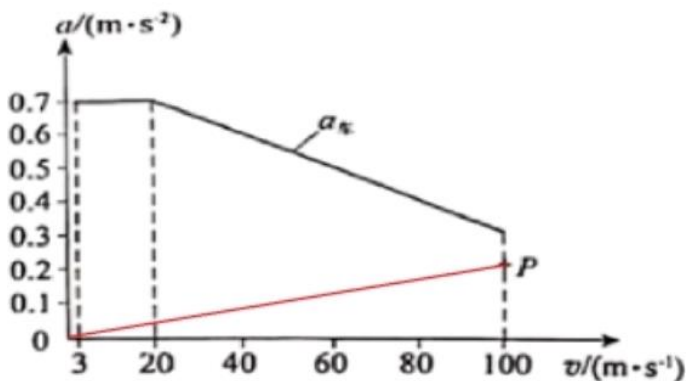
MN 受到的安培力 $F = BIL$

$$\text{加速度为 } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{联立上面几式得 } a = \frac{B^2 L^2 v}{mR};$$

所以棒的加速度与棒的速度为正比例函数。

又因为列车的电气制动过程, 可假设 MV 棒运动的速度与列车的速度、棒的加速度与列车电气制动产生的加速度成正比, 所以列车电气制动产生的加速度与列车的速度成正比, 为过 P 点的正比例函数, 画出的图线如下图所示:



(3) 由(2)可知, 列车速度越小, 电气制动的加速度越小。由题设可知列车还会受到随车速减小而减小的空气阻力, 所以电气制动和空气阻力产生的加速度都随速度的减小而减小。

由图 1 中, 列车速度从 20m/s 降至 3m/s 的过程中加速度大小 $a_{\text{电}}$ 随速度 v 减小而增大, 所以列车速度从 20m/s 降至 3m/s 的过程中所需的机械制动逐渐变强, 所以列车速度为 3m/s 附近所需机械制动最强。

答: (1) 列车速度从 20m/s 降至 3m/s 经过的时间为 24.3s, 行进的距离为 279.3m;

(2) 电气制动产生的加速度大小随列车速度变化的关系为 $a = \frac{B^2 L^2 v}{mR}$, 图象见解析;

(3) 列车从 100m/s 减到 3m/s 的过程中, 在速度为 3m/s 附近所需机械制动最强。

【点评】本题主要是考查列车制动问题, 涉及运动学的计算、电磁感应现象之力学问题的分析以及牛顿第二定律的综合应用等问题, 涉及的知识点较多, 题干阅读量大, 弄清楚题意利用相应的知识进行解答是关键。