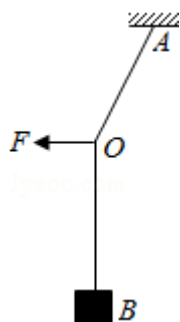


2016 年全国统一高考物理试卷（新课标 II）

参考答案与试题解析

一、选择题：本大题共 8 小题，每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~5 题只有一项是符合题目要求，第 6~8 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分。有选错的得 0 分。

1. (6 分) 质量为 m 的物体用轻绳 AB 悬挂于天花板上。用水平向左的力 F 缓慢拉动绳的中点 O ，如图所示。用 T 表示绳 OA 段拉力的大小，在 O 点向左移动的过程中 ()



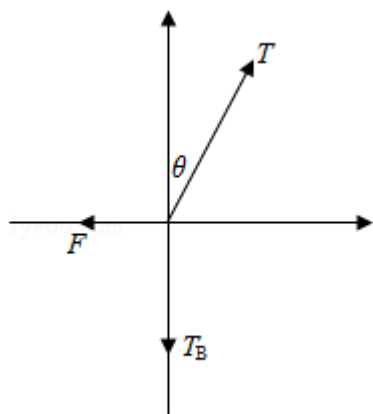
- A. F 逐渐变大, T 逐渐变大
B. F 逐渐变大, T 逐渐变小
C. F 逐渐变小, T 逐渐变大
D. F 逐渐变小, T 逐渐变小

【考点】2G：力的合成与分解的运用；3C：共点力的平衡。

【专题】11：计算题；12：应用题；31：定性思想；49：合成分解法；527：共点力作用下物体平衡专题。

【分析】本题关键是抓住悬挂物 B 的重力不变，即 OB 段绳中张力恒定，O 点缓慢移动时，点 O 始终处于平衡状态，根据平衡条件列式求解各力变化情况。

【解答】解：以结点 O 为研究对象受力分析如下图所示：



由题意知点 O 缓慢移动，即在移动过程中始终处于平衡状态，则可知：

绳 OB 的张力 $T_B = mg$

根据平衡条件可知：

$$T \cos \theta - T_B = 0$$

$$T \sin \theta - F = 0$$

由此两式可得：

$$F = T_B \tan \theta = mg \tan \theta$$

$$T = \frac{T_B}{\cos \theta} = \frac{mg}{\cos \theta}$$

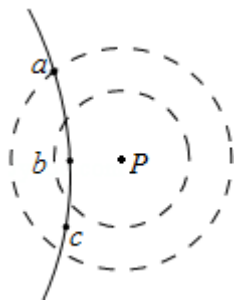
在结点为 O 被缓慢拉动过程中，夹角 θ 增大，由三角函数可知：

F 和 T 均变大，故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

【点评】掌握共点力平衡条件是正确解决本题的关键，本题中注意对缓慢拉动所隐含的在拉动过程中物体始终处于平衡状态条件的挖掘。

2. (6 分) 如图，P 为固定的点电荷，虚线是以 P 为圆心的两个圆。带电粒子 Q 在 P 的电场中运动。运动轨迹与两圆在同一平面内，a、b、c 为轨迹上的三个点。若 Q 仅受 P 的电场力作用，其在 a、b、c 点的加速度大小分别为 a_a 、 a_b 、 a_c ，速度大小分别为 v_a 、 v_b 、 v_c ，则 ()



A. $a_a > a_b > a_c$, $v_a > v_c > v_b$

B. $a_a > a_b > a_c$, $v_b > v_c > v_a$

C. $a_b > a_c > a_a$, $v_b > v_c > v_a$

D. $a_b > a_c > a_a$, $v_a > v_c > v_b$

【考点】37：牛顿第二定律；A6：电场强度与电场力。

【专题】32：定量思想；43：推理法；532：电场力与电势的性质专题。

【分析】根据带电粒子的运动轨迹弯曲方向，即可判断库仑力是引力还是斥力；

电场线密的地方电场的强度大，电场线疏的地方电场的强度小，电场力做正功，速度增大，电场力做负功，速度减小，根据这些知识进行分析即可。

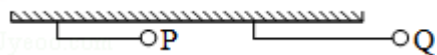
【解答】解：点电荷的电场强度的特点是离开场源电荷距离越小，场强越大，粒子受到的电场力越大，带电粒子的加速度越大，所以 $a_b > a_c > a_a$ ，

根据轨迹弯曲方向判断出，粒子在运动的过程中，一直受静电斥力作用，离电荷最近的位置，电场力对粒子做的负功越多，粒子的速度越小，所以 $v_a > v_c > v_b$ ，所以 D 正确，ABC 错误；

故选：D。

【点评】本题中，点电荷的电场强度的特点是离开场源电荷距离越大，场强越小，掌握住电场线和等势面的特点，即可解决本题。属于基础题目。

3.（6分）小球 P 和 Q 用不可伸长的轻绳悬挂在天花板上，P 球的质量大于 Q 球的质量，悬挂 P 球的绳比悬挂 Q 球的绳短。将两球拉起，使两绳均被水平拉直，如图所示。将两球由静止释放。在各自轨迹的最低点，（ ）



A. P 球的速度一定大于 Q 球的速度

B. P 球的动能一定小于 Q 球的动能

C. P 球所受绳的拉力一定大于 Q 球所受绳的拉力

D. P 球的向心加速度一定小于 Q 球的向心加速度

【考点】37：牛顿第二定律；4A：向心力；6C：机械能守恒定律。

【专题】11：计算题；34：比较思想；43：推理法；52E：机械能守恒定律应用专题。

【分析】从静止释放至最低点，由机械能守恒列式，可知最低点的速度、动能；在最低点由牛顿第二定律可得绳子的拉力和向心加速度。

【解答】解：AB. 从静止释放至最低点，由机械能守恒得： $mgR = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得： $v = \sqrt{2gR}$

在最低点的速度只与半径有关，可知 $v_P < v_Q$ ；动能与质量和半径有关，由于 P 球的质量大于 Q 球的质量，悬挂 P 球的绳比悬挂 Q 球的绳短，所以不能比较动能的大小。故 AB 错误；

CD. 在最低点，拉力和重力的合力提供向心力，由牛顿第二定律得：

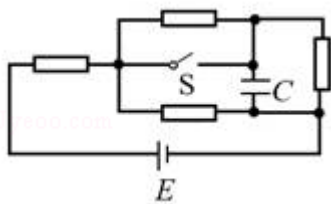
$$F - mg = m\frac{v^2}{R}, \text{ 解得, } F = mg + m\frac{v^2}{R} = 3mg, a_{\text{向}} = \frac{F - mg}{m} = 2g,$$

所以 P 球所受绳的拉力一定大于 Q 球所受绳的拉力，向心加速度两者相等。故 C 正确，D 错误。

故选：C。

【点评】再求最低的速度、动能时，也可以使用动能定理求解；在比较一个物理量时，应该找出影响它的所有因素，全面的分析才能正确的解题。

4. (6 分) 阻值相等的四个电阻、电容器 C 及电池 E (内阻可忽略) 连接成如图所示电路。开关 S 断开且电流稳定时，C 所带的电荷量为 Q_1 ，闭合开关 S，电流再次稳定后，C 所带的电荷量为 Q_2 。 Q_1 与 Q_2 的比值为 ()



A. $\frac{2}{5}$

B. $\frac{1}{2}$

C. $\frac{3}{5}$

D. $\frac{2}{3}$

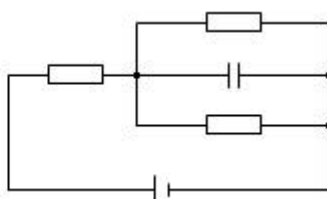
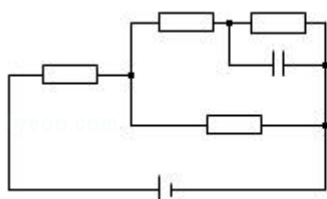
【考点】AN：电容器与电容；BB：闭合电路的欧姆定律。

【专题】11：计算题；34：比较思想；43：推理法；535：恒定电流专题。

【分析】开关S断开和闭合时，利用闭合电路欧姆定律，分别求电容的电压，再

由 $C = \frac{Q}{U}$ 可得电量之比。

【解答】解：



当开关S断开时，电路总阻值： $R_{\text{总}} = R + \frac{2R \times R}{2R + R} = \frac{5}{3}R$ ，则干路电流 $I = \frac{E}{R_{\text{总}}}$ ，电容的

$$\text{电压 } U_1 = \frac{E - IR}{2} = \frac{E}{5};$$

当开关S闭合时，电路总阻值： $R_{\text{总}} = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R$ ，则干路电流 $I = \frac{E}{R_{\text{总}}}$ ，电容的电压

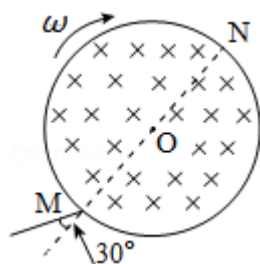
$$U_2 = E - IR = \frac{1}{3}E;$$

由 $C = \frac{Q}{U}$ 可得： $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{3}{5}$ ，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】解题的关键是清楚开关断开与闭合时电路的结构，并能应用闭合电路欧姆定律求电容的电压。

5. (6分) 一圆筒处于磁感应强度大小为B的匀强磁场中，磁场方向与筒的轴平行，筒的横截面如图所示。图中直径MN的两端分别开有小孔，筒绕其中心轴以角速度 ω 顺时针转动。在该截面内，一带电粒子从小孔M射入筒内，射入时的运动方向与MN成 30° 角。当筒转过 90° 时，该粒子恰好从小孔N飞出圆筒。不计重力。若粒子在筒内未与筒壁发生碰撞，则带电粒子的比荷为 ()



A. $\frac{\omega}{3B}$

B. $\frac{\omega}{2B}$

C. $\frac{\omega}{B}$

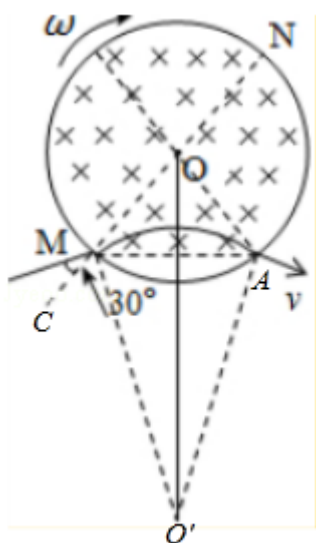
D. $\frac{2\omega}{B}$

【考点】C1：带电粒子在匀强磁场中的运动。

【专题】32：定量思想；4B：图析法；4C：方程法；536：带电粒子在磁场中的运动专题。

【分析】由题，粒子不经碰撞而直接从 N 孔射出，即可根据几何知识画出轨迹，由几何关系求出轨迹的圆心角，根据圆筒转动时间和粒子匀速圆周运动时间相等即可。

【解答】解：粒子在磁场中做匀速圆周运动，



根据几何关系，有 $\angle MOA = 90^\circ$ ， $\angle OMA = 45^\circ$ ， $\angle CMO' = 60^\circ$ ，所以 $\angle O'MA = 75^\circ$ ，

$$\angle O'AM = 75^\circ, \angle MO'A = 30^\circ$$

即轨迹圆弧所对的圆心角为 30°

$$\text{粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期 } T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

$$\text{粒子在磁场中匀速圆周运动的时间 } t = \frac{30^\circ}{360^\circ} T = \frac{1}{12} \times \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\text{圆筒转动 } 90^\circ \text{ 所用时间 } t' = \frac{1}{4} T' = \frac{1}{4} \times \frac{2\pi}{\omega}$$

粒子匀速圆周运动的时间和圆筒转动时间相等 $t=t'$

$$\frac{1}{12} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{1}{4} \times \frac{2\pi}{\omega}$$

解得: $\frac{q}{m} = \frac{\omega}{3B}$, A 正确, BCD 错误

故选: A。

【点评】 本题考查了带点粒子在匀强磁场中的运动, 分析清楚粒子运动过程、应用牛顿第二定律、数学知识即可正确解题; 根据题意作出粒子的运动轨迹是正确解题的关键。

6. (6 分) 两实心小球甲和乙由同一种材质制成, 甲球质量大于乙球质量。两球在空气中由静止下落, 假设它们运动时受到的阻力与球的半径成正比, 与球的速率无关。若它们下落相同的距离, 则 ()
- A. 甲球用的时间比乙球长
 - B. 甲球末速度的大小大于乙球末速度的大小
 - C. 甲球加速度的大小小于乙球加速度的大小
 - D. 甲球克服阻力做的功大于乙球克服阻力做的功

【考点】 37: 牛顿第二定律; 6B: 功能关系。

【专题】 21: 信息给予题; 31: 定性思想; 4C: 方程法; 52Q: 功能关系 能量守恒定律。

【分析】 设出小球的密度, 写出质量的表达式, 再结合题目的条件写出阻力的表达式, 最后结合牛顿第二定律写出加速度的表达式。

根据物体的加速度的关系结合运动学的公式判断运动的时间以及末速度; 根据功的公式判断克服阻力做的功。

【解答】 解: 设小球的密度为 ρ , 半径为 r , 则小球的质量为: $m = \rho V = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3$

$$\text{重力: } G = mg = \frac{4}{3} \pi g \rho r^3$$

$$\text{小球的加速度: } a = \frac{G-f}{m} = g - \frac{kr}{\rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3} = g - \frac{3k}{4\pi \rho r^2}$$

可知，小球的质量越大，半径越大，则下降的加速度越大。所以甲的加速度比较大。

A、两个小球下降的距离是相等的，根据： $x=\frac{1}{2}at^2$ 可知，加速度比较大的甲运动的时间短。故 A 错误；

B、根据： $2ax=v^2-v_0^2$ 可知，加速度比较大的甲球末速度的大小大于乙球末速度的大小。故 B 正确；

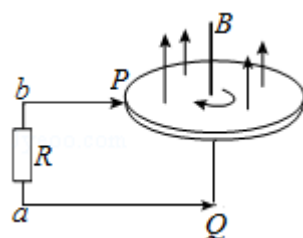
C、小球的质量越大，半径越大，则下降的加速度越大。所以甲的加速度比较大。故 C 错误；

D、由题可知，它们运动时受到的阻力与球的半径成正比，即： $f=kr$ ，所以甲的阻力大，根据 $W=FS$ 可知，甲球克服阻力做的功大于乙球克服阻力做的功。故 D 正确。

故选：BD。

【点评】该题结合新信息考查牛顿第二定律的应用，解答的关键是根据质量关系判断出半径关系，然后正确应用“它们运动时受到的阻力与球的半径成正比”进行解答。

7.（6 分）法拉第圆盘发电机的示意图如图所示。铜圆盘安装在竖直的铜轴上，两铜片 P、Q 分别于圆盘的边缘和铜轴接触，圆盘处于方向竖直向上的匀强磁场 B 中，圆盘旋转时，关于流过电阻 R 的电流，下列说法正确的是（ ）



A. 若圆盘转动的角速度恒定，则电流大小恒定

B. 若从上往下看，圆盘顺时针转动，则电流沿 a 到 b 的方向流动

C. 若圆盘转动方向不变，角速度大小发生变化，则电流方向可能发生变化

D. 若圆盘转动的角速度变为原来的 2 倍，则电流在 R 上的热功率也变为原来的 2 倍

【考点】BB：闭合电路的欧姆定律；D9：导体切割磁感线时的感应电动势；DD：电磁感应中的能量转化。

【专题】31：定性思想；43：推理法；53C：电磁感应与电路结合。

【分析】圆盘转动可等效看成无数轴向导体切割磁感线，有效切割长度为铜盘的半径 L ，根据感应电动势公式分析电动势情况，由欧姆定律分析电流情况。根据右手定则分析感应电流方向，根据 $P=I^2R$ 分析电流在 R 上的热功率变化情况

【解答】解：AB、铜盘转动产生的感应电动势为： $E=\frac{1}{2}BL^2\omega$ ， B 、 L 、 ω 不变， E 不变，电流大小恒定不变，由右手定则可知，回路中电流方向不变，若从上往下看，圆盘顺时针转动，由右手定则知，电流沿 a 到 b 的方向流动，故 AB 正确；

C、若圆盘转动方向不变，角速度大小发生变化，则电流方向不变，大小变化，故 C 错误；

D、若圆盘转动的角速度变为原来的 2 倍，回路电流变为原来 2 倍，根据 $P=I^2R$ 电流在 R 上的热功率也变为原来的 4 倍，故 D 错误；

故选：AB。

【点评】本题是转动切割磁感线类型，运用等效法处理。根据右手定则判断感应电流的方向，需要熟练掌握。

8. (6 分) 如图，小球套在光滑的竖直杆上，轻弹簧一端固定于 O 点，另一端与小球相连。现将小球从 M 点由静止释放，它在下降的过程中经过了 N 点。已知 M 、 N 两点处，弹簧对小球的弹力大小相等，且 $\angle ONM < \angle OMN < \frac{\pi}{2}$ 。在小球从 M 点运动到 N 点的过程中 ()



- A. 弹力对小球先做正功后做负功
- B. 有两个时刻小球的加速度等于重力加速度
- C. 弹簧长度最短时，弹力对小球做功的功率为零
- D. 小球到达 N 点时的动能等于其在 M、N 两点的重力势能差

【考点】62：功的计算；6B：功能关系。

【专题】31：定性思想；43：推理法；52Q：功能关系 能量守恒定律。

【分析】弹力为 0 时或弹力方向与杆垂直时物体加速度为 g ，且弹力功率为 0。因 M、N 弹力大小相等则弹性势能相等。据此分析各选项。

【解答】解：A、由题可知，M、N 两点处，弹簧对小球的弹力大小相等，则在运动过程中 OM 为压缩状态，N 点为伸长状态；小球向下运动的过程中弹簧的长度先减小后增大，则弹簧的弹性势能先增大，后减小，再增大，所以弹力对小球先做负功再做正功，最后再做负功。故 A 错误。

B、在运动过程中 M 点为压缩状态，N 点为伸长状态，则由 M 到 N 有一状态弹力为 0 且此时弹力与杆不垂直，加速度为 g ；当弹簧与杆垂直时小球加速度为 g 。则有两处加速度为 g 。故 B 正确。

C、由图可知，弹簧长度最短时，弹簧与杆的方向相互垂直，则弹力的方向与运动的方向相互垂直，所以弹力对小球做功的功率为零，故 C 正确。

D、因 M 点与 N 点弹簧的弹力相等，所以弹簧的形变量相等，弹性势能相同，弹力对小球做的总功为零，则弹簧弹力对小球所做的正功等于小球克服弹簧弹力所做的功；小球向下运动的过程中只有重力做正功，所以小球到达 N 点时的动能等于其在 M、N 两点的重力势能差。故 D 正确

故选：BCD。

【点评】本题考查弹簧类问题中的机械能守恒，注意弹簧的弹性势能与弹簧的形变量有关，形变量相同，则弹簧势能相同。

二、非选择题：包括必考题和选考题两部分。第 9 题~第 12 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 13 题~第 18 题为选考题，考生根据要求作答。（一）必考题（共 129 分）

9. (6分) 某物理小组对轻弹簧的弹性势能进行探究, 实验装置如图所示: 轻弹簧放置在光滑水平桌面上, 弹簧左端固定, 右端与一物块接触而不连接, 纸带穿过打点计时器并与物块连接。向左推物块使弹簧压缩一段距离, 由静止释放物块, 通过测量和计算, 可求得弹簧被压缩后的弹性势能。

(1) 实验中涉及到下列操作步骤:

- ①把纸带向左拉直
- ②松手释放物块
- ③接通打点计时器电源
- ④向左推物块使弹簧压缩, 并测量弹簧压缩量

上述步骤正确的操作顺序是 ④①③② (填入代表步骤的序号)。

(2) 图 (b) 中 M 和 L 纸带是分别把弹簧压缩到不同位置后所得到的实际打点结果。打点计时器所用交流电的频率为 50Hz, 由 M 纸带所给的数据, 可求出在该纸带对应的试验中物块脱离弹簧时的速度为 1.29 m/s。比较两纸带可知 M (填“M”或“L”) 纸带对应的试验中弹簧被压缩后的弹性势能大。

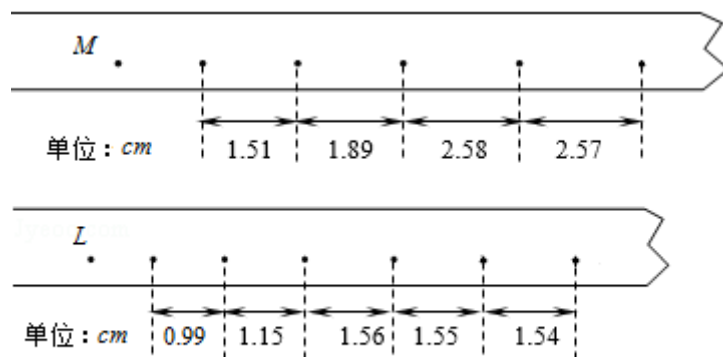
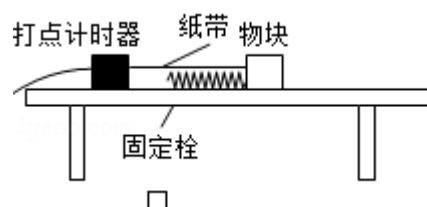


图 (b)



【考点】69: 弹性势能; M7: 探究弹力和弹簧伸长的关系.

【专题】13: 实验题; 23: 实验探究题; 31: 定性思想; 46: 实验分析法; 523: 弹力的存在及方向的判定专题.

【分析】(1) 根据实验原理可明确实验方法以及步骤；

(2) 分析纸带，根据纸带上距离的变化可明确物体何时离开弹簧，再根据平均速度法可求得脱离时的速度；根据对应的长度可明确速度大小，从而比较弹性势能。

【解答】解：(1) 实验中应先将物块推到最左侧，测量压缩量，再把纸带向左拉直；先接通电源，稳定后再释放纸带；故步骤为④①③②；

(2) 由 M 纸带可知，左侧应为与物块相连的位置；由图可知，两点间的距离先增大后减小；故 2.58 段时物体应脱离弹簧；则由平均速度可求得，其速度 $v = \frac{2.58}{0.02} \times 10^{-2} = 1.29 \text{ m/s}$ ；

因弹簧的弹性势能转化为物体的动能，则可知离开时速度越大，则弹簧的弹性势能越大；由图可知，M 中的速度要大于 L 中速度；故说明 M 纸带对应的弹性势能大；

故答案为：(1) ④①③②；(2) 1.29；M。

【点评】本题考查探究弹性势能的实验，要注意通过题意分析实验原理，然后再结合我们所学过的规律分析求解即可；同时要求能注意实验中的注意事项以及实验方法。

10. (9 分) 某同学利用图 (a) 所示电路测量量程为 2.5V 的电压表 $\textcircled{V}$ 的内阻 (内阻为数千欧姆)，可供选择的器材有：电阻箱 R (最大阻值 99999.9 Ω)，滑动变阻器 R_1 (最大阻值 50 Ω)，滑动变阻器 R_2 (最大阻值 5k Ω)，直流电源 E (电动势 3V)。开关 1 个，导线若干。

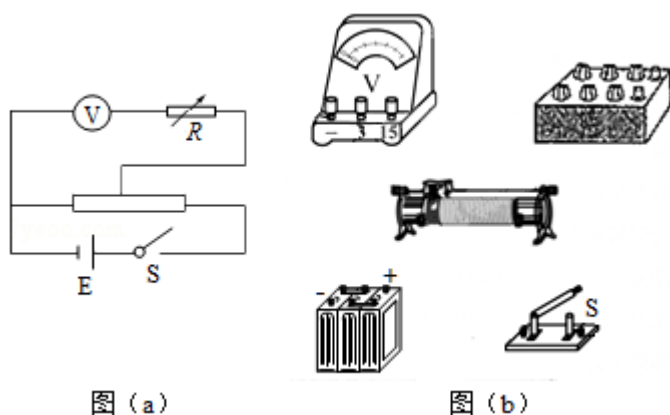
实验步骤如下：

- ①按电路原理图 (a) 连接线路；
- ②将电阻箱阻值调节为 0，将滑动变阻器的滑片移到与图 (a) 中最左端所对应的位置，闭合开关 S；
- ③调节滑动变阻器使电压表满偏；
- ④保持滑动变阻器的滑片位置不变，调节电阻箱阻值，使电压表的示数为 2.00V，记下电阻箱的阻值。

回答下列问题：

- (1) 实验中应选择滑动变阻器 R_1 (填“ R_1 ”或“ R_2 ”)。
- (2) 根据图 (a) 所示电路将图 (b) 中实物图连线。
- (3) 实验步骤④中记录的电阻箱阻值为 630.0Ω ，若认为调节电阻箱时滑动变阻器上的分压不变，计算可得电压表的内阻为 2520Ω (结果保留到个位)。
- (4) 如果此电压表是由一个表头和电阻串联构成的，可推断该表头的满刻度电流为 D (填正确答案标号)。

A. $100\mu\text{A}$ B. $250\mu\text{A}$ C. $500\mu\text{A}$ D. 1mA 。



【考点】N6：伏安法测电阻.

【专题】13：实验题；32：定量思想；43：推理法；535：恒定电流专题.

【分析】(1) 调节电阻箱时滑动变阻器上的分压要几乎不变，故需要选择较小的变阻器；

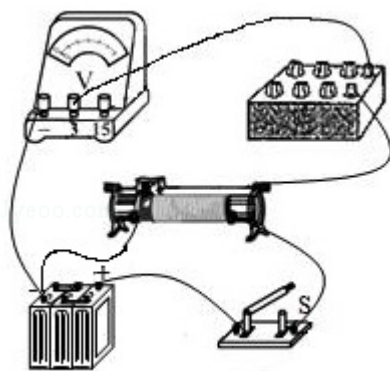
(2) 对照电路图连线，可以先连接电源、电键和变阻器，最后将电压表和电阻箱串联后并联上去；

(3) 结合欧姆定律列式求解即可；

(4) 电压表为表头与分压电阻串联而成，根据欧姆定律，用满偏电压除以电阻即可。

【解答】解：(1) 调节电阻箱时需要滑动变阻器上的分压保持不变，需要电压表的电阻远大于变阻器的电阻，故变阻器选阻值小的，故选滑动变阻器 R_1 ；

(2) 实物图连接如图所示：



(3) 电压表和电阻箱整体分压不变，故：

$$U = U' + \frac{U'}{R_V} \cdot R$$

代入数据，有：

$$2.5 = 2 + \frac{2}{R_V} \times 630$$

解得：

$$R_V = 2520 \Omega$$

(4) 该表头的满刻度电流为： $I = \frac{2.5V}{2520 \Omega} = 1.0 \times 10^{-3} A = 1mA$

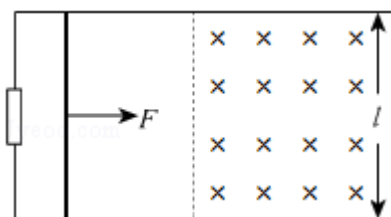
故选 D

故答案为：(1) R_1 ；(2) 如图所示；(3) 2520；(4) D。

【点评】本题是半偏法测电阻原理的改编，关键是明确实验原理，结合欧姆定律进行分析，在变阻器选择上，要从减小系统误差的角度进行分析，不难。

11. (12 分) 如图，水平面（纸面）内间距为 l 的平行金属导轨间接一电阻，质量为 m 、长度为 l 的金属杆置于导轨上， $t=0$ 时，金属杆在水平向右、大小为 F 的恒定拉力作用下由静止开始运动， t_0 时刻，金属杆进入磁感应强度大小为 B 、方向垂直于纸面向里的匀强磁场区域，且在磁场中恰好能保持匀速运动。杆与导轨的电阻均忽略不计，两者始终保持垂直且接触良好，两者之间的动摩擦因数为 μ 。重力加速度大小为 g 。求：

- (1) 金属杆在磁场中运动时产生的电动势的大小；
- (2) 电阻的阻值。



【考点】BB：闭合电路的欧姆定律；D9：导体切割磁感线时的感应电动势。

【专题】11：计算题；32：定量思想；4C：方程法；53C：电磁感应与电路结合。

【分析】（1）根据牛顿第二定律和运动学公式求刚进入磁场时的速度，再根据法拉第电磁感应定律求切割电动势

（2）进入磁场匀速运动受力平衡求出安培力，结合闭合电路欧姆定律求电流，即可求电阻

【解答】解：（1）根据牛顿第二定律： $F - \mu mg = ma \dots ①$

刚进磁场时的速度： $v_0 = at_0 \dots ②$

感应电动势为： $E = Bl v_0 \dots ③$

解得： $E = \frac{Bl t_0 (F - \mu mg)}{m} \dots ④$

（2）根据右手定则，导体棒中的电流向上，由左手定则知安培力水平向左
匀速运动受力平衡： $F = \mu mg + BI'l \dots ⑤$

回路电流为： $I' = \frac{E}{R} \dots ⑥$

得： $R = \frac{B^2 l^2 t_0}{m} \dots ⑦$

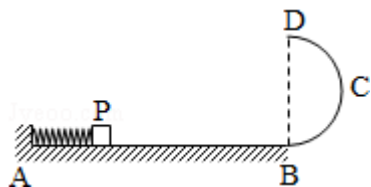
答：（1）金属杆在磁场中运动时产生的电动势的大小为 $\frac{Bl t_0 (F - \mu mg)}{m}$ ；

（2）电阻的阻值为 $\frac{B^2 l^2 t_0}{m}$ 。

【点评】本题是电磁感应中的力学问题，知道受力情况，要能熟练运用动力学方法求解金属棒进入磁场时的速度。要知道安培力与速度成正比，都是常用的

方法，这些思路要熟悉。

12. (20 分) 轻质弹簧原长为 $2l$ ，将弹簧竖直放置在地面上，在其顶端将一质量为 $5m$ 的物体由静止释放，当弹簧被压缩到最短时，弹簧长度为 l 。现将该弹簧水平放置，一端固定在 A 点，另一端与物块 P 接触但不连接。AB 是长度为 $5l$ 的水平轨道，B 端与半径为 l 的光滑半圆轨道 BCD 相切，半圆的直径 BD 竖直，如图所示。物块 P 与 AB 间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。用外力推动物块 P，将弹簧压缩至长度 l ，然后释放，P 开始沿轨道运动，重力加速度大小为 g 。
- (1) 若 P 的质量为 m ，求 P 到达 B 点时速度的大小，以及它离开圆轨道后落回到 AB 上的位置与 B 点间的距离；
- (2) 若 P 能滑上圆轨道，且仍能沿圆轨道滑下，求 P 的质量 m_p 的取值范围。



【考点】43：平抛运动；65：动能定理。

【专题】11：计算题；33：参照思想；49：合成分解法；52D：动能定理的应用专题。

【分析】(1) 先研究弹簧竖直的情况，根据系统的机械能守恒求出弹簧最大的弹性势能。弹簧如图放置时，由于弹簧的压缩量等于竖直放置时的压缩量，两种情况弹簧的弹性势能相等。由能量守恒定律求出物体 P 滑到 B 点时的速度，由机械能守恒定律求出物体 P 到达 D 点的速度。物体 P 离开 D 点后做平抛运动，由平抛运动的规律求水平距离。

(2) P 能滑上圆轨道，且仍能沿圆轨道滑下，能上升的最高点为 C，根据能量守恒定律列式和临界条件求解。

【解答】解：(1) 将弹簧竖直放置在地面上，物体下落压缩弹簧时，由系统的机械能守恒得

$$E_p = 5mgl$$

如图，根据能量守恒定律得

$$E_p = \mu mg \cdot 4l + \frac{1}{2}mv_B^2$$

联立解得 $v_B = \sqrt{6gl}$

物体 P 从 B 到 D 的过程，由机械能守恒定律得

$$mg \cdot 2l + \frac{1}{2}mv_D^2 = \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得 $v_D = \sqrt{2gl} > \sqrt{gl}$

所以物体 P 能到达 D 点，且物体 P 离开 D 点后做平抛运动，则有

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

$$x = v_D t$$

解得 $x = 2\sqrt{2}l$

即落地点与 B 点间的距离为 $2\sqrt{2}l$.

(2) P 刚好过 B 点，有： $E_p = \mu m_1 g \cdot 4l$ ，解得 $m_1 = \frac{5}{2}m$

P 最多到 C 而不脱轨，则有 $E_p = \mu m_2 g \cdot 4l + m_2 gl$ ，解得 $m_2 = \frac{5}{3}m$

所以满足条件的 P 的质量的取值范围为： $\frac{5}{3}m \leq m_p < \frac{5}{2}m$.

答：

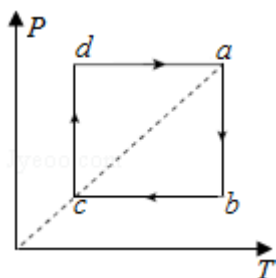
(1) P 到达 B 点时速度的大小是 $\sqrt{6gl}$ ，它离开圆轨道后落回到 AB 上的位置与 B 点间的距离是 $2\sqrt{2}l$.

(2) P 的质量的取值范围为： $\frac{5}{3}m \leq m_p < \frac{5}{2}m$.

【点评】 解决本题时要抓住弹簧的形变量相等时弹性势能相等这一隐含的条件，正确分析能量是如何转化，分段运用能量守恒定律列式是关键.

三、选考题：共 45 分。请考生从给出的物理题中任选一题作答.如果多做，则按所做的第一题计分。[物理--选修 3-3]

13. (5 分) 一定量的理想气体从状态 a 开始，经历等温或等压过程 ab、bc、cd、da 回到原状态，其 P - T 图象如图所示，其中对角线 ac 的延长线过原点 O。下列判断正确的是 ()



- A. 气体在 a、c 两状态的体积相等
- B. 气体在状态 a 时的内能大于它在状态 c 时的内能
- C. 在过程 cd 中气体向外界放出的热量大于外界对气体做的功
- D. 在过程 da 中气体从外界吸收的热量小于气体对外界做的功
- E. 在过程 bc 中外界对气体做的功等于在过程 da 中气体对外界做的功

【考点】8F：热力学第一定律；99：理想气体的状态方程。

【专题】31：定性思想；43：推理法；54B：理想气体状态方程专题。

【分析】根据气态方程 $\frac{pV}{T} = C$ ，结合 $p - T$ 图象上点与原点连线的斜率等于 $\frac{C}{V}$ ，分析体积的变化，判断做功情况，由热力学第一定律进行分析。

【解答】解：A、根据气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ ，得 $p = \frac{CT}{V}$ ， $p - T$ 图象的斜率 $k = \frac{C}{V}$ ，a、c 两点在同一直线上，即 a、c 两点是同一等容线上的两点，体积相等，故 A 正确；

B、理想气体在状态 a 的温度大于状态 c 的温度，理想气体的内能只与温度有关，温度高，内能大，故气体在状态 a 时的内能大于它在状态 c 时的内能，故 B 正确；

C、在过程 cd 中温度不变，内能不变 $\Delta U = 0$ ，等温变化压强与体积成反比，压强大体积小，从 c 到 d 体积减小，外界对气体做正功 $W > 0$ ，根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ ，

所以 $W = |Q|$ ，所以在过程 cd 中气体向外界放出的热量等于外界对气体做的功，故 C 错误；

D、在过程 da 中，等压变化，温度升高，内能增大 $\Delta U > 0$ ，体积变大，外界对气体做负功即 $W < 0$ ，根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ ， $Q > |W|$ ，所以在过程 da 中气体从外界吸收的热量大于气体对外界做的功，故 D 错误；

E、在过程 bc 中，等压变化，温度降低，内能减小 $\Delta U < 0$ ，体积减小，外界对气体做功，根据 $\frac{pV}{T} = C$ ，即 $pV = CT$ ， $W_{bc} = p\Delta V_{bc} = C\Delta T_{bc}$

da 过程中，气体对外界做功 $|W_{da}| = |p'\Delta V_{da}| = |C\Delta T_{da}|$ ，因为 $|\Delta T_{bc}| = |\Delta T_{da}|$ ，所以 $|W_{bc}| = |W_{da}|$ ，在过程 bc 中外界对气体做的功等于在过程 da 中气体对外界做的功，故 E 正确。

故选：ABE。

【点评】解决气体问题，关键要掌握气态方程和热力学第一定律，知道温度的意义：一定质量的理想气体的内能只跟温度有关，温度是分子平均动能的标志。

14. (10 分) 一氧气瓶的容积为 0.08m^3 ，开始时瓶中氧气的压强为 20 个大气压。某实验室每天消耗 1 个大气压的氧气 0.36m^3 。当氧气瓶中的压强降低到 2 个大气压时，需重新充气。若氧气的温度保持不变，求这瓶氧气重新充气前可供该实验室使用多少天。

【考点】99：理想气体的状态方程；9D：气体的等温变化。

【专题】11：计算题；32：定量思想；4C：方程法；54B：理想气体状态方程专题。

【分析】根据玻意耳定律列式，将用去的氧气转化为 1 个大气压下的体积，再除以每天消耗 1 个大气压的氧气体积量，即得天数。

【解答】解：方法一：设氧气开始时的压强为 p_1 ，体积为 V_1 ，压强变为 p_2 （2 个大气压）时，体积为 V_2 。

根据玻意耳定律得 $p_1V_1 = p_2V_2$ ①

重新充气前，用去的氧气在 p_2 压强下的体积为 $V_3 = V_2 - V_1$ ②

设用去的氧气在 p_0 （1 个大气压）压强下的体积为 V_0 ，则有

$p_2V_3 = p_0V_0$ ③

设实验室每天用去的氧气在 p_0 下的体积为 ΔV ，则氧气可用的天数为

$$N = \frac{V_0}{\Delta V} \text{④}$$

联立①②③④式，并代入数据得 $N=4$ 天

方法二：根据玻意耳定律 $p_1 V_1 = N p_2 V_2 + p_3 V_1$ ，有

$$20 \times 0.08 = N \times 1 \times 0.36 + 2 \times 0.08$$

解得： $N=4$

答：这瓶氧气重新充气前可供该实验室使用 4 天。

【点评】要学会将储气筒中的气体状态进行转化，根据玻意耳定律列方程求解，
两边单位相同可以约掉，压强可以用大气压作单位。

[物理--选修 3-4]

15. 关于电磁波，下列说法正确的是（ ）

- A. 电磁波在真空中的传播速度与电磁波的频率无关
- B. 周期性变化的电场和磁场可以相互激发，形成电磁波
- C. 电磁波在真空中自由传播时，其传播方向与电场强度、磁感应强度垂直
- D. 利用电磁波传递信号可以实现无线通信，但电磁波不能通过电缆、光缆传输
- E. 电磁波可以由电磁振荡产生，若波源的电磁振荡停止，空间的电磁波随即消失

【考点】 G2：电磁波的产生； G4：电磁波的发射、传播和接收。

【专题】 31：定性思想； 43：推理法； 54R：电磁场理论和电磁波。

【分析】 A、电磁波在真空的传播速度均相等；

B、变化的电场与变化的磁场共同产生电磁场；

C、电磁波是横波；

D、电磁波传递信号可以实现无线通信，也可以进行有线通信；

E、若波源的电磁振荡停止，空间的电磁波不会随即消失。

【解答】解 A、电磁波在真空中的传播速度均相等，与电磁波的频率无关，故 A 正确；

B、周期性变化的磁场产生周期性变化电场，周期性变化的电场产生周期性变化磁场，相互激发，形成电磁波。故 B 正确；

C、变化的电场与变化的磁场共同产生电磁场，电磁波的电场强度与磁感应强度总是相互垂直，且与传播方向垂直。所以电磁波是横波；故 C 正确；

D、电磁波可以通过电缆、光缆进行有线传输，也可以实现无线传输，故 D 错误；

E、电磁波可以由电磁振荡产生，若波源的电磁振荡停止，空间的电磁波继续传播，不会随即消失；故 E 错误；

故选：ABC。

【点评】本题考查电磁波的产生原理，类型，及电磁波的作用，同时注意电磁波在真空中传播速度均相等，与频率没有关系。

16. 一列简谐横波在介质中沿 x 轴正向传播，波长不小于 10cm 。O 和 A 是介质中平衡位置分别位于 $x=0$ 和 $x=5\text{cm}$ 处的两个质点。 $t=0$ 时开始观测，此时质点 O 的位移为 $y=4\text{cm}$ ，质点 A 处于波峰位置： $t=\frac{1}{3}\text{s}$ 时，质点 O 第一次回到平衡位置， $t=1\text{s}$ 时，质点 A 第一次回到平衡位置。求

(i) 简谐波的周期、波速和波长；

(ii) 质点 O 的位移随时间变化的关系式。

【考点】F4：横波的图象；F5：波长、频率和波速的关系。

【专题】11：计算题；32：定量思想；43：推理法；51D：振动图像与波动图像专题。

【分析】(i) 利用 A 点在 0s 时和 1s 时所处的位置可求得简谐波的周期，利用波速的公式 $v=\frac{x}{t}$ 可求得波速，利用波速波长及周期之间的关系式 $\lambda=vT$ 可求得波长；

(ii) 先根据题意求出简谐波的圆频率，设出简谐振动的通式，利用 0s 时和 1s 时的 O 点的位移，可得知初相位，即为可知质点 O 的位移随时间变化的关系式。

【解答】解：(i) 因为 $t=0$ 时，质点 O 的位移为： $y=4\text{ cm}$ ；

$t=1\text{ s}$ 时，A 点第一次回到平衡位置，可的： $\frac{T}{4}=1\text{ s}$ ，解得： $T=4\text{ s}$ 。

而且 $t=\frac{1}{3}\text{ s}$ 时，质点 O 第一次回到平衡位置，用时小于 $\frac{T}{4}$ ，可以判断出，在 $t=0$ 时刻，质点 O 正在向下振动。

结合简谐波沿 x 轴正向传播，可知在 $t=0$ 时刻，质点 O 位于“上坡”且位移为正；

根据已知条件“波长不小于 10 cm ”和 O、A 两点在平衡位置上间距 5 cm ，即小于半个波长，可知在 $t=0$ 时刻，质点 A 位于紧邻 O 点右侧的波峰处。

结合上述两个推断，可知经历时间 $\frac{2}{3}\text{ s}$ ，波的传播距离 $x=5\text{ cm}$ 。所以波速为：

$$v = \frac{x}{t} = \frac{5}{\frac{2}{3}} = 7.5\text{ cm/s} = 0.075\text{ m/s}。$$

波长为： $\lambda = vT = 7.5\text{ m/s} \times 4\text{ s} = 30\text{ cm} = 0.3\text{ m}$

(ii) 设 $y = A\sin(\omega t + \phi_0)$

可得： $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2}\text{ rad/s}$

再由 $t=0$ 时， $y=4\text{ cm}$ ； $t=\frac{1}{3}\text{ s}$ 时， $y=0$

代入得： $A=8\text{ cm}=0.08\text{ m}$

再结合 $t=1\text{ s}$ 和当 $t=\frac{1}{3}\text{ s}$ 时，质点的位移，可得： $\phi_0 = \frac{5}{6}\pi$

所以质点 O 的位移随时间变化的关系式为： $y = 0.08\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{5}{6}\pi\right)$ ；

答：(i) 简谐波的周期为 4 s ，波速为 0.075 m/s ，波长为 0.3 m ；

(ii) 质点 O 的位移随时间变化的关系式为 $y = 0.08\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{5}{6}\pi\right)$ 。

【点评】该题对于简谐振动的考查非常新颖，首先要求学生能准确的从题干中提取出相关的信息，熟练的利用波速、波长、周期之间的关系式及周期的定义进行相关问题的解答。对于第二问的解答有一定的难度，要注意利用数学知识求解初相位，同时要注意会分别用正弦和余弦来表述振动的关系式。

[物理--选修 3-5]

17. 在下列描述的核过程的方程中，属于 α 衰变的是 C，属于 β 衰变的是 AB，属于裂变的是 E，属于聚变的是 F。（填正确答案的标号）

- A. ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$
- B. ${}^{32}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{32}_{16}\text{S} + {}^0_{-1}\text{e}$
- C. ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$
- D. ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$
- E. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 2 {}^1_0\text{n}$
- F. ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

【考点】JJ：裂变反应和聚变反应。

【专题】31：定性思想；43：推理法；54：热学、光学和原子物理学。

【分析】 β 衰变生成的是电子， α 衰变生成的是 α 粒子；裂变是重核裂变成轻核，聚变是轻核生成重核，据此分析即可。

【解答】解：A和B的反应生成物里都有电子，属于 β 衰变，C的反应生成物里有 α 粒子，是 α 衰变，

裂变是重核裂变成轻核，属于裂变的是E，

聚变是轻核生成重核，属于聚变的是F。

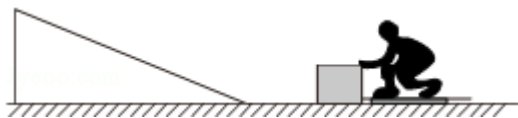
故答案为：C；AB；E；F。

【点评】本题难度不大，要知道衰变的生成物还有几个典型的核反应方程，难度不大，属于基础题。

18. 如图，光滑冰面上静止放置一表面光滑的斜面体，斜面体右侧一蹲在滑板上的小孩和其面前的冰块均静止于冰面上。某时刻小孩将冰块以相对冰面 3m/s 的速度向斜面体推出，冰块平滑地滑上斜面体，在斜面体上上升的最大高度为 $h=0.3\text{m}$ (h 小于斜面体的高度)。已知小孩与滑板的总质量为 $m_1=30\text{kg}$ ，冰块的质量为 $m_2=10\text{kg}$ ，小孩与滑板始终无相对运动。取重力加速度的大小 $g=10\text{m/s}^2$ 。

(i) 求斜面体的质量；

(ii) 通过计算判断，冰块与斜面体分离后能否追上小孩？



【考点】53：动量守恒定律；6C：机械能守恒定律.

【专题】11：计算题；32：定量思想；43：推理法；52F：动量定理应用专题.

【分析】(i) 冰块和斜面体组成的系统动量守恒，机械能守恒，根据系统动量守恒和机械能守恒计算斜面体的质量；

(ii) 小孩和冰块动量守恒，冰块和斜面动量守恒机械能守恒，计算小孩和冰块的最后速度，比较他们的速度大小的关系可以判断能否追上小孩。

【解答】解：(i) 对于冰块和斜面体组成的系统，根据动量守恒可得，

$$m_2 v_2 = (m_2 + M) v$$

根据系统的机械能守恒，可得， $m_2 gh + \frac{1}{2} (m_2 + M) v^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$

解得：M=20kg

(ii) 小孩与冰块组成的系统，根据动量守恒可得， $m_1 v_1 = -m_2 v_2$ ，

解得 $v_1 = -1\text{m/s}$ (向右)

冰块与斜面： $m_2 v_2 = m_2 v_2' + M v_3'$ ，

根据机械能守恒，可得， $\frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 + \frac{1}{2} M v_3'^2$

解得： $v_2' = -1\text{m/s}$ (向右)

因为 $v_2' = v_1$ ，所以冰块不能追上小孩。

答：(i) 斜面体的质量为 20kg；

(ii) 冰块与斜面体分离后不能追上小孩。

【点评】本题是对动量守恒和机械能守恒的考查，根据小孩和冰块，还有斜面体的在不同的过程中动量守恒以及冰块与斜面机械能守恒计算最终的速度的大小即可。