

2025-2026 学年第一学期期中试卷

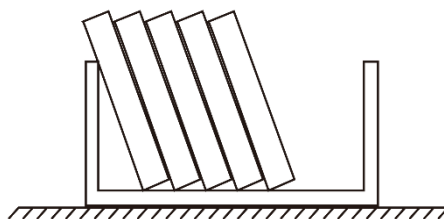
高三物理

一、单选题（每空 4 分）

1. 茶道文化起源于中国。关于泡茶中的物理现象，下列说法正确的是（ ）

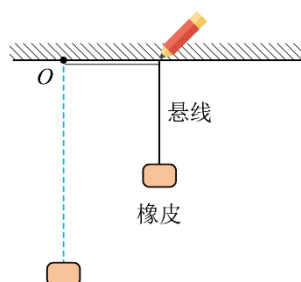
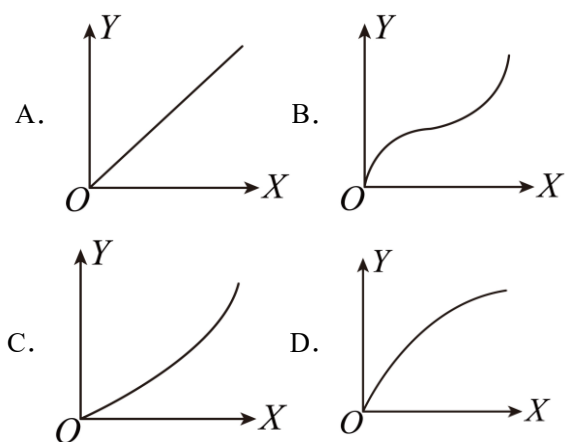
- A. 热水泡茶更快闻到茶香，说明温度越高，分子热运动越剧烈
- B. 放入茶叶后，水的颜色由浅变深，是布朗运动现象
- C. 茶壶煮茶时，沸腾后，会看到壶口出现“白气”，这是扩散现象
- D. 茶巾材质有强吸水性，说明茶水与茶巾间是不浸润的

2. 如图所示，一简易书架置于水平桌面上，书架中斜放着一叠书本，书和书架都处于静止状态。下列说法中正确的是（ ）

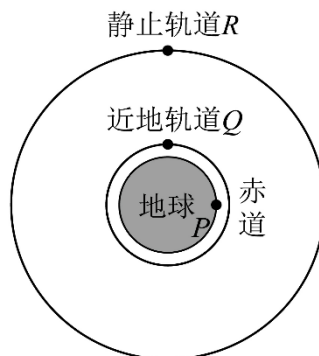


- A. 书本对书架底面有向左的摩擦力
- B. 桌面对书架有向右的摩擦力
- C. 书架对书本的作用力的方向竖直向上
- D. 桌面对书架的作用力大于书本和书架的总重力

3. 如图所示，一块橡皮用细线悬挂于 O 点，用铅笔靠着线的左侧水平向右匀速移动，运动中始终保持悬线竖直，以橡皮初始位置为坐标原点，则橡皮运动的轨迹可能为（ ）



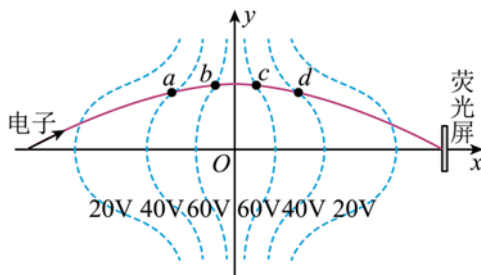
4. 星河璀璨，征途如虹！从“嫦娥”揽月到“天宫”筑梦，从“天问”探火到“北斗”指路，中国航天人以凌云之志叩问苍穹。 P 是地球赤道， Q 是地球近地轨道， R 是地球静止轨道，地球自转不能忽略。下列关于 P 、 Q 、 R 的说法正确的是（ ）



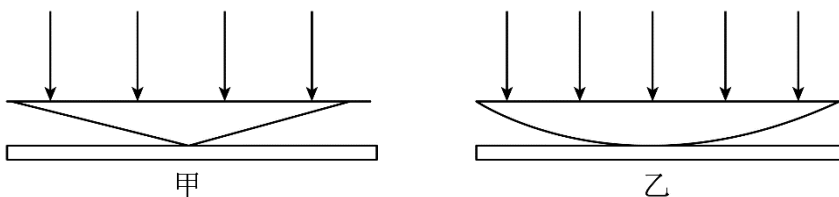
- A. 同一物体，在 P 处受到的引力大于 Q 处，所以 P 处的线速度更大
- B. 同一物体，在 Q 轨道处所受合力比在 P 处要大
- C. 同一物体，从 Q 轨道转移到 R 轨道处，机械能减少
- D. 根据开普勒三大定律，物体在 Q 、 R 轨道上运动时在单位时间内与地球球心连线扫过的面积相等

5. 静电透镜是利用静电场使电子束会聚或发散的一种装置。如图，一电子在电场中仅受电场力的作用，实线描绘出了其运动轨迹，虚线表示等势线，各等势线关于 y 轴对称， a 、 b 、 c 、 d 分别是轨迹与等势线的交点。已知电子在经过 a 点时动能为 60eV ，各等势线的电势高低标注在图中，则（ ）

- A. a 、 d 两点的电场强度相同
- B. 电子从 a 到 b 运动时，电场力做负功
- C. 电子从 c 到 d 运动时，电势能逐渐减小
- D. 电子在经过等势线 c 点时的动能为 80eV

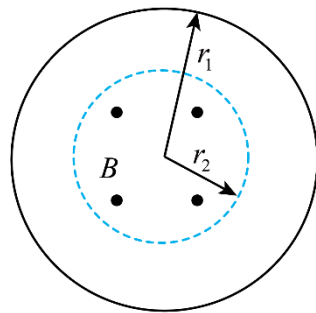


6. 如图甲所示，一顶角较大的圆锥形玻璃体，倒立在表面平整的标准板上，单色光从上方垂直玻璃的上表面射向玻璃体，沿光的入射方向看到明暗相间的条纹；如图乙所示，用一个曲率半径很大的凸透镜与一个平面玻璃接触，单色光从上方垂直射向凸透镜的上表面时，可看到一些明暗相间的单色圆，下列说法正确的是（ ）



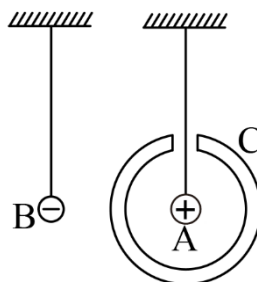
- A. 甲图是干涉现象，乙图是衍射现象
- B. 甲图的条纹是以顶点为圆心的同心圆，且疏密均匀
- C. 乙图的条纹是由透镜的上、下表面的反射光干涉产生的
- D. 乙图的条纹疏密均匀，若把乙图的入射光由红色换成紫色，则观察到的条纹数会减小

7. 如图所示，半径为 r_1 、粗细均匀的单匝圆形金属线圈内有一半径为 r_2 的圆形区域存在匀强磁场，磁感应强度方向垂直于线圈平面向外，磁感应强度 B 随时间 t 的变化关系为 $B = B_0 + kt$ ， B_0 、 k 为正的常量，线圈电阻为 R ，则磁感应强度从 B_0 增大到 $2B_0$ 时间内（ ）



- A. 线圈中电子沿顺时针方向定向移动
- B. 线圈面积有缩小的趋势
- C. 线圈中产生的焦耳热为 $\frac{\pi^2 k B_0 r_2^4}{R}$
- D. 通过导线横截面的电荷量为 $\frac{\pi B_0 r_2^2}{2R}$

8. 如图所示，将悬挂在细线上的带正电的小球 A 放在不带电的金属空心球 C 内（不与 C 的内壁接触），在 C 附近另外有一个悬挂在细线上的带负电的小球 B，则（ ）



- A. A、B 两球均不偏离竖直方向
- B. A 球不偏离竖直方向，B 球向右偏离竖直方向
- C. A 球向左偏离竖直方向，B 球不偏离竖直方向
- D. A 球向左偏离竖直方向，B 球向右偏离竖直方向

9. 如图甲、乙所示为家庭应急式手动小型发电机的两个截面示意图。推动手柄使半径为 r 的圆形线圈沿轴线做简谐运动，速度随时间变化的规律为 $v = v_0 \sin \omega t$ ，线圈匝数为 n ，电阻不计，所在位置磁感应强度大小恒为 B ，灯泡的额定电压为 U ，若灯泡刚好正常发光，则理想变压器的原副线圈匝数比 $\frac{n_1}{n_2}$ 等于 ()

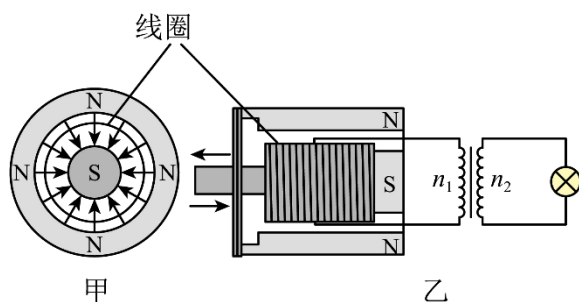
圈匝数比 $\frac{n_1}{n_2}$ 等于 ()

A. $\frac{n\pi Brv_0}{U}$

B. $\frac{\sqrt{2}n\pi Brv_0}{U}$

C. $\frac{\sqrt{2}n\pi Brv_0}{2U}$

D. $\frac{n\pi Brv_0}{2U}$



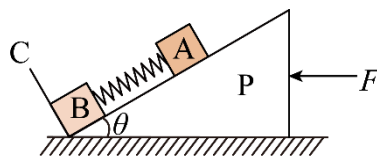
10. 如图所示，在倾角为 θ 的光滑斜劈 P 的斜面上有两个用轻质弹簧相连的物块 A、B，C 为一垂直固定在斜面上的挡板。A、B 质量均为 m ，斜面连同挡板的质量为 M ，弹簧的劲度系数为 k ，系统静止于光滑水平面。现开始用一水平恒力 F 作用于 P，重力加速度为 g ，下列说法中正确的是 ()

A. 若 $F = 0$ ，挡板受到 B 物块的压力为 $mg \sin \theta$

B. 加较小力 F 后 A 能保持相对于斜面静止

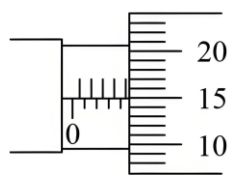
C. 若要 B 离开挡板 C，弹簧伸长量需达到 $\frac{mg \sin \theta}{k}$

D. 若 $F = (M + 2m)g \tan \theta$ 且保持两物块与斜劈共同运动，弹簧处于原长

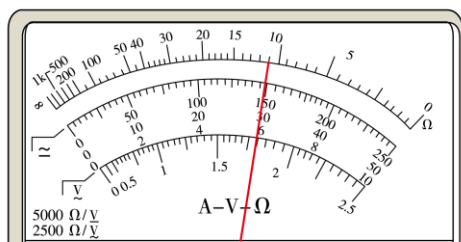


二、实验题 (每空 3 分，共 15 分)

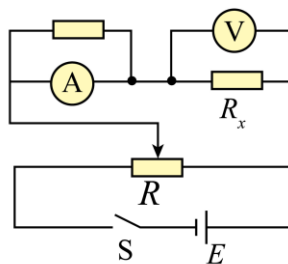
11. 某实验小组做“测量一均匀新材料制成的圆柱形导体的电阻率”实验。



甲



乙



丙

(1) 用螺旋测微器测量圆柱形导体 R_x 的直径 d ，示数如图甲所示，其直径 d 为 _____ mm，再用刻度尺测出圆柱形导体 R_x 的长度为 L ；

(2) 首先用多用电表粗测 R_x 的电阻，用“ $\times 1$ ”挡，一系列正确操作后，指针静止时位置如图乙所示，其读数为 _____ Ω ；(保留三位有效数字)

(3) 为了能比较精确地测量 R_x 的阻值，实验室提供了如下的实验器材，量程为 30mA 的电流表不能直接用，可将电流表与定值电阻并联，改装成大量程电流表，此时接入定值电阻应选用 _____；(填仪器前的字母代号)

A. 电源 (电动势 $E = 6V$ ，内阻不计)

B. 电流表 (量程为 30mA，内阻 $R_i = 9.5\Omega$)

C. 定值电阻 $R_2 = 5\Omega$;

D. 定值电阻 $R_3 = 0.5\Omega$;

E. 电压表 (量程为 $6V$, 理想电压表)

F. 滑动变阻器 (最大阻值为 10Ω , 允许通过的最大电流为 $2A$)

G. 开关 S , 导线若干

(4) 根据所选用的实验器材, 设计测量电阻的电路图如图丙所示, 若电压表的示数为 U , 电流表的示数为 I , 则待测电阻的计算式为 $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ (用题中相关物理量的符号表示) 则该合金丝的电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 R_x 、 L 、 d 表示)

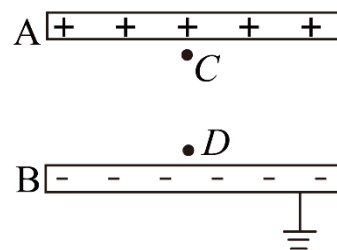
三、解答题 (共 45 分)

12. (6 分) 如图所示, 平行板电容器的两个极板 A、B, B 极板接地。两板间距为 5cm , 一带电量为 $q = 1 \times 10^{-9}\text{C}$ 的点电荷沿电场线从 C 点运动到 D 点, 电场力做功为 $3 \times 10^{-9}\text{J}$ 。 CD 间距离为 3cm , AC 间距离为 1cm , 不计重力。求

(1) CD 两点间电势差 U_{CD} ;

(2) A 板电势 φ_1 ;

(3) 仅将 A 板移动到 C 处后, A 板的电势 φ_2 。

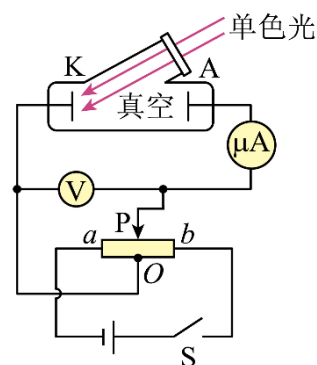


13. (9 分) 如图所示为研究光电效应的实验装置。闭合开关 S , 某单色光源发出的光能全部照射在阴极 K 上, 回路中形成电流。移动滑动变阻器的滑片 P , 分别测得遏止电压为 U_c 、饱和电流为 I_m 。已知阴极 K 金属的逸出功为 W_0 , 电子的电荷量为 e , 普朗克常量为 h , 光源发光功率恒定。

(1) 求从阴极 K 逸出时光电子的最大动能 E_{km} ;

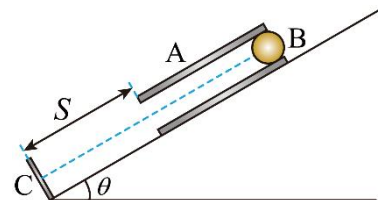
(2) 求单位时间内到达阳极 A 的光电子数的最大值 N_m ;

(3) 若每入射一光子会产生一个光电子, 所有的光电子都能到达阳极 A , 求光源的发光功率 P 。



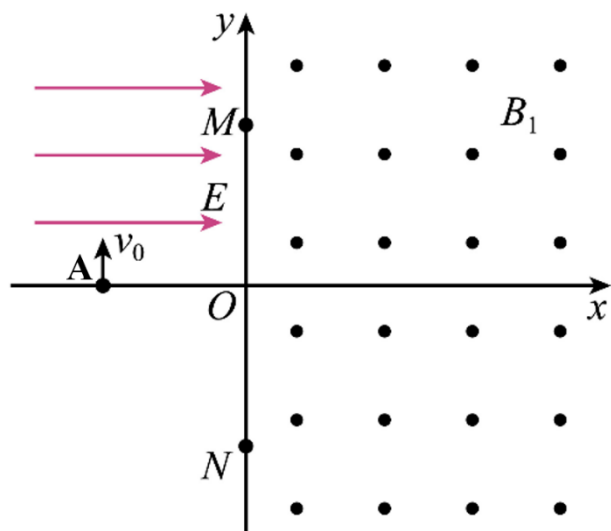
14. (15 分) 如图, 圆管 A 放置在光滑斜面上, 其下端到斜面底端挡板 C 的距离为 S , 顶端塞有小球 B。圆管由静止下滑, 与挡板发生多次弹性正撞, 且每次碰撞时间均极短; 在运动过程中, 管始终保持与挡板 C 垂直。已知管的质量 $2m$, 小球的质量为 m , 球与管之间的滑动摩擦力 $f = mg$, 斜面的倾角 $\theta = 30^\circ$, 重力加速度为 g , 不计空气阻力。

- (1) 管第一次与挡板碰撞作用的时间为 t_0 , 求此过程中管对挡板平均作用力 F 的大小;
- (2) 管第一次与挡板碰撞后沿斜面向上运动的过程中, 球没有从管中滑出, 求管上滑的最大距离 S_1 ;
- (3) 球始终没有从管中滑出, 求圆管的最小长度 L 。



15. (15 分) 如图, 在平面直角坐标系 xOy 的第一、四象限内存在磁感应强度大小为 B_1 (未知)、方向垂直于坐标平面向外的匀强磁场, 第二象限内存在电场强度大小为 $E = \frac{\sqrt{3}mv_0^2}{2qL}$ 、沿 x 轴正方向的匀强电场, 第三象限内存在一矩形匀强磁场区域 (图中未画出)。一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子从 x 轴的 A 点 $(-\sqrt{3}L, 0)$ 沿 y 轴正方向以初速度 v_0 进入第二象限, 经电场偏转从 y 轴上的 M 点进入第一象限, 又经匀强磁场 B_1 从 y 轴上的 N 点 $(0, -2L)$ 进入第三象限, 途经垂直纸面的矩形磁场区域, 该矩形磁场区域的一条边与 x 轴重合, 最后粒子返回 A 点且速度方向与初速度 v_0 方向相同, 不计粒子重力。求:

- (1) 粒子经过 M 点时的速度 v ;
- (2) 第一、四象限内匀强磁场的磁感应强度大小 B_1 ;
- (3) 第三象限内矩形匀强磁场区域的磁感应强度大小 B_2 及矩形匀强磁场区域的最小面积。



《期中》参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	C	A	B	D	B	C	B	B	D

1. A

【详解】A. 分子热运动的剧烈程度与温度有关，温度越高，分子热运动越剧烈。热水温度高，茶叶中的香气分子热运动更剧烈，能更快地扩散到空气中被人闻到，所以热水泡茶更快闻到茶香，故 A 正确；

B. 放入茶叶后，水的颜色由浅变深，是茶叶中的色素分子在水中的扩散现象，而不是布朗运动现象。布朗运动是指悬浮在液体或气体中的固体小颗粒的无规则运动，故 B 错误；

C. 茶壶煮茶时，沸腾后壶口出现的“白气”是壶口冒出的水蒸气遇冷液化形成的小水珠，不是扩散现象，扩散现象是指不同物质在相互接触时彼此进入对方的现象，故 C 错误；

D. 茶巾材质有强吸水性，说明茶水与茶巾间是浸润的，而不是不浸润的。当液体与固体接触时，液体附着在固体表面上的现象叫浸润，故 D 错误。

故选 A。

2. C

【详解】A. 书相对于书架底面有向右运动的趋势，因此书架地面对书有向左的静摩擦力，根据相互作用力关系，书本对书架底面有向右的摩擦力，故 A 错误；

B. 将书和书架看成一个整体，处于静止状态，受力平衡，在水平方向上不存在其他作用力，所以不受摩擦力作用，故 B 错误；

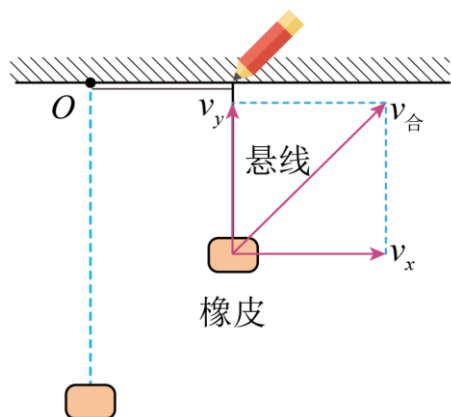
C. 书受到竖直向下的重力和书架对它的作用力而处于平衡状态，所以书架对书本的作用力的方向竖直向上，故 C 正确；

D. 书本和书架处于静止状态，竖直向下受到重力，则可知桌面对书架的作用力一定竖直向上，大小等于书本和书架的总重力，故 D 错误。

故选 C。

3. A

【详解】橡皮参与了水平向右和竖直向上的分运动，如图所示



两个方向的分运动都是匀速直线运动， v_x 和 v_y 恒定，则 $v_{\text{合}}$ 恒定，则橡皮运动的速度大小和方向都不变，即做匀速直线运动，故 A 正确，BCD 错误。

故选 A。

4. B

【详解】AB. 由 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ， $r_P = r_Q$ 得，同一物体在 P 处受到的引力等于 Q 处，但赤道上物体还受到地面的支持力，所以 Q 处的线速度更大，故 A 错误，B 正确；

C. 同一物体，从 Q 轨道转移到 R 轨道处，需要在 Q 轨道上加速，机械能增大，故 C 错误；

D. 物体在 Q、R 轨道上不是同一卫星轨道，物体在 Q、R 轨道上运动时在单位时间内与地球球心连线扫过的面积不相等，故 D 错误。

故选 B。

5. D

【详解】A. 电场线与等势面垂直且指向电势降低的方向，根据对称性可知，a、d 两点的电场强度大小相等，但方向不同，故 a、d 两点的电场强度不同，故 A 错误；

BC. 电子带负电，且从 a 到 b 电势升高，根据 $E_p = q\phi$ 可知，电子从 a 到 b 运动时电势能减小，电场力做正功，同理，从 c 到 d 电势降低，故电子从 c 到 d 运动时，电势能逐渐增大，故 BC 错误；

D. 电子在经过 a 点时动能为 60eV，电势能为 -40eV，动能和电势能总和为 20eV，因只有电场力对电子做功，故电子动能和电势能的总和保持不变，电子在经过等势线 c 点时的电势能为 -60eV，故动能为 80eV，故 D 正确。

故选 D。

6. B 【详解】A. 甲、乙两图的本质均是薄膜干涉现象，故 A 错误；
- B. 甲图中圆锥形玻璃体与标准板的距离是均匀变化的，所以条纹是以顶点为圆心的同心圆，且疏密均匀，故 B 正确；
- C. 乙图的条纹是由夹在透镜和平面玻璃间的空气层的上、下表面的两束反射光线干涉产生的，故 C 错误；
- D. 乙图的条纹中间疏、边缘密，若把乙图的入射光由红色换成紫色，波长减小，则条纹间距减小，条纹变密集，条纹数会增多，故 D 错误。

故选 B。

7. C

【详解】A. 根据楞次定律和右手定则可知，线圈中感应电流为顺时针，因此电子运动方向为逆时针，故 A 错误；

B. 线圈不在磁场中，不受安培力作用，无收缩扩张的趋势，故 B 错误；

C. 线圈中磁通量的变化率为 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = k\pi r_2^2$

由法拉第电磁感应定律可知，线圈中的感应电动势为 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = k\pi r_2^2$

线圈中产生的焦耳热为 $Q = \frac{E^2}{R}t$

其中 $t = \frac{\Delta B}{k} = \frac{B_0}{k}$

联立可得 $Q = \frac{\pi^2 k B_0^2 r_2^4}{R}$ ，故 C 正确；

D. 通过导线横截面的电荷量为 $q = \bar{I}t = \frac{\bar{E}}{R}t = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{k\pi r_2^2 t}{R} = \frac{\pi B_0 r_2^2}{R}$ ，故 D 错误。

故选 C。

8. B

【详解】CD. 由于静电屏蔽，小球 B 的电场对 A 无影响，小球 A 不会偏离竖直方向，选项 CD 错误；

AB. 由于静电感应空心球 C 的内表面带负电，外表面带正电，小球 B 和空心球 C 之间异种电荷相吸引，小球 B 会偏离竖直方向向右靠近 C 球，选项 A 错误，B 正确。

故选 B。

9. B

【详解】由题意可知，线圈产生的是正弦交流电，电动势的最大值为

$$E_m = 2\pi n B r v_0$$

电动势的有效值为

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} n \pi B r v_0$$

由于线圈电阻不计，则变压器原副线圈匝数比为

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{E}{U} = \frac{\sqrt{2} n \pi B r v_0}{U}$$

故选 B。

10. D

【详解】A. 若 $F=0$ ，对物体 A、B 整体，挡板受到 B 物块的压力为

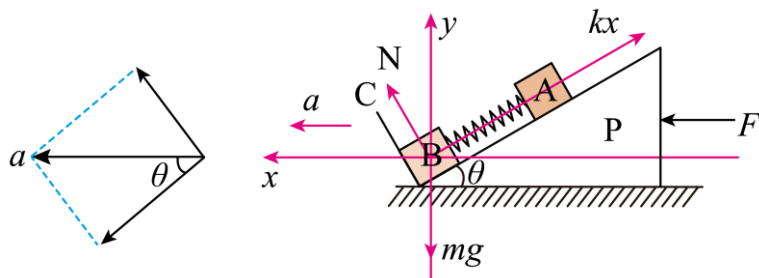
$$F_1 = 2mg \sin \theta$$

故 A 错误；

B. 当没有 F 作用时，对 A 分析有

$$mg \sin \theta = kx$$

用水平力 F 作用于 P 时，A 具有水平向左的加速度，设加速度大小为 a ，将加速度分解如图



根据牛顿第二定律得

$$mg \sin \theta - kx = ma \cos \theta$$

当加速度 a 增大时， x 减小，即弹簧的压缩量减小，物体 A 相对斜面开始向上滑，故物体 A 在 F 刚施加时就一直沿斜面向上滑动，故 B 错误；

C. 物体 B 恰好离开挡板 C 的临界情况是物体 B 对挡板无压力，此时整体向左加速运动，对 AB 整体分析可知

$$2mg \tan \theta = 2ma$$

$$a = g \tan \theta$$

对物体 B 受力分析，受重力、支持力、弹簧的拉力，如图根据牛顿第二定律有

$$mg - N \cos \theta - kx \sin \theta = 0$$

$$N \sin \theta - kx \cos \theta = ma$$

解得

$$kx = mg \sin \theta - ma \cos \theta$$

得

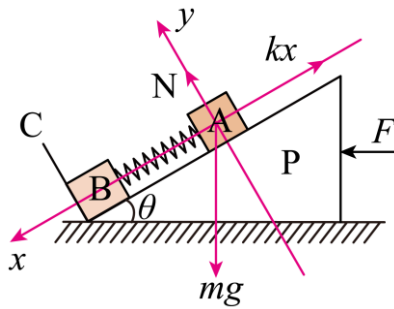
$$x=0$$

弹簧为原长，故 C 错误；

D. 若 $F = (M + 2m)g \tan \theta$ 且保持两物块与斜劈共同运动，则根据牛顿第二定律，整体加速度为

$$a = g \tan \theta$$

对物体 A 受力分析，受重力，支持力和弹簧弹力，如图



根据牛顿第二定律，有

$$mg \sin \theta - kx = ma \cos \theta$$

得

$$kx = 0$$

故弹簧处于原长，故 D 正确。

故选 D。

11. (共 15 分) (1) 4.650/4.649/4.651 (2) 11.0 (3) D (4) $\frac{UR_3}{I(R_1 + R_3)}$

$$\frac{\pi d^2 R_x}{4L}$$

【详解】(1) 螺旋测微器的精确值为 0.01mm，由图甲可知圆柱形导体的直径为 $d = 4.5\text{mm} + 15.0 \times 0.01\text{mm} = 4.650\text{mm}$

(2) 用多用电表粗测 R_x 的电阻，用“ $\times 1$ ”挡，由图乙可知读数为 $11 \times 1\Omega = 11.0\Omega$

(3) 由电压表的量程值与待测电阻的比值可知, 电流的最大值约为 0.6A , 电流表不能直接选用, 可将电流表与定值电阻并联, 改装成量程为 0.6A 的电流表, 则有 $I_m = I_g + \frac{I_g R_1}{R}$

$$\text{可得并联的电阻阻值为 } R = \frac{I_g R_1}{I_m - I_g} = \frac{0.03 \times 9.5}{0.6 - 0.03} \Omega = 0.5 \Omega$$

故接入定值电阻应选用 D。

$$(4) [1] \text{由欧姆定律可知 } R_x = \frac{U}{I_x} = \frac{U}{I + \frac{IR_1}{R_3}} = \frac{UR_3}{I(R_1 + R_3)}$$

$$[2] \text{根据电阻定律可得 } R_x = \rho \frac{L}{S}$$

$$\text{则该合金丝的电阻率为 } \rho = \frac{R_x S}{L} = \frac{\pi d^2 R_x}{4L}$$

12 (共 6 分). (1) 3V ; (2) 5V ; (3) 4V

【详解】(1) 由电场力做功与电势差的关系

$$W_{CD} = qU_{CD}$$

得, CD 两点间电势差为

$$U_{CD} = \frac{W_{CD}}{q} = \frac{3 \times 10^{-9}}{1 \times 10^{-9}} \text{V} = 3\text{V} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

(2) 由场强公式

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

得, 两极板间的场强大小为

$$E = \frac{U_{CD}}{d_{CD}} = \frac{3}{0.03} \text{V/m} = 100\text{V/m} \cdot$$

所以, A、B 两极板间的电势差为

$$U_{AB} = Ed_{AB} = 100 \times 0.05\text{V} = 5\text{V}$$

因为

$$U_{AB} = \varphi_1 - \varphi_B$$

其中, B 板的电势为

$$\varphi_B = 0$$

所以, A 板电势为

$$\varphi_1 = 5\text{V} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

(3) 仅将 A 板移动到 C 处后, 两极板间距离 d 减小, 由电容的决定式

$$C = \frac{\varepsilon S}{4\pi k d}$$

可得, 电容 C 变大, 由因为两板电荷量 Q 保持不变, 由电容的定义式

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

可得, 两极板间的电势差 U 变小, 由公式

$$E = \frac{4\pi k Q}{\varepsilon S}$$

可得, 两极板间的场强 E 不变, 所以仅将 A 板移动到 C 处后, A 板的电势为

$$\varphi_2 = \varphi_2 - \varphi_B = Ed_{AB} = 100 \times 0.04 \text{V} = 4 \text{V} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

13 (9 分). (1) $E_{\text{km}} = eU_c$

$$(2) N_m = \frac{I_m}{e}$$

$$(3) P = \frac{I_m}{e} (W_0 + eU_c)$$

【详解】(1) 根据动能定理有 $-eU_c = 0 - E_{\text{km}}$

解得 $E_{\text{km}} = eU_c \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$

$$(2) \text{ 由 } I_m = \frac{Q}{t}$$

$$Q = N_m e$$

$$\text{可得 } N_m = \frac{I_m}{e} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$(3) \text{ 光源发出的光的能量 } Pt = N_m th\nu$$

根据光电效应方程有 $h\nu = W_0 + E_{\text{km}}$

$$\text{解得 } P = \frac{I_m}{e} (W_0 + eU_c) \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$14 (15 \text{ 分}). (1) \frac{4m\sqrt{gS}}{t_0} + 2mg; (2) \frac{1}{2} S; (3) 3S$$

【详解】(1) 研究圆管, 设管到达挡板的速度为 v , 挡板对管的作用力为 F_1 , 取沿斜面向上为正方向, 则

$$2gS\sin\theta = v^2 - 0 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

根据动量定理可得

$$(F_1 - 2mg\sin\theta - f)t_0 = 2mv - (-2mv) \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

解得

$$F_1 = \frac{4m\sqrt{gS}}{t_0} + 2mg \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

由牛顿第三定律得中管对挡板平均作用力的大小为 $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

$$F = F_1 = \frac{4m\sqrt{gS}}{t_0} + 2mg$$

(2) 设管第一次碰撞后向上运动时的加速度为 a_1 ，小球的加速度为 a_2 ，则小球

$$mg\sin\theta - f = ma_2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

管

$$2mg\sin\theta + f = 2ma_1 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

解得

$$a_1 = g, \quad a_2 = -0.5g \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

说明管的速度减小到 0 时，小球仍有沿斜面向下的速度

$$-(2mg\sin\theta + f)S_1 = 0 - \frac{1}{2} \times 2mv^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

解得

$$S_1 = \frac{1}{2}S \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(3) 设当管停在挡板处，小球刚好不滑出，根据功能关系，则

$$2mg\sin\theta S + mg\sin\theta(S + L) = fL \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

解得

$$L = 3S \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

15. (15 分) (1) $2v_0$; (2) $\frac{\sqrt{3}mv_0}{2qL}$; (3) $\frac{2\sqrt{3}mv_0}{3qL}, \frac{3\sqrt{3}}{4}L^2$

【详解】(1) 粒子在第二象限内做类平抛运动，在 x 轴方向有

$$\sqrt{3}L = \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} t^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$v_x = \frac{qE}{m} t \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

解得

$$t = \frac{2L}{v_0}, \quad v_x = \sqrt{3}v_0 \dots\dots 1 \text{ 分}$$

在 M 点，设粒子的速度与 y 轴正方向的夹角为 θ ，由运动的合成有

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_x^2}$$

$$\tan \theta = \frac{v_x}{v_0}$$

联立解得

$$v = 2v_0$$

$$\theta = 60^\circ \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

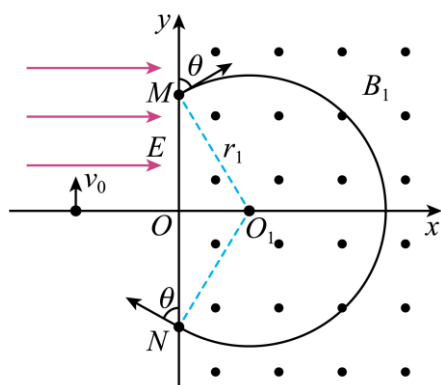
(2) 粒子从 A 点到 M 点，有

$$y_M = v_0 t$$

解得

$$y_M = 2L \dots\dots 1 \text{ 分}$$

粒子的运动轨迹如图所示



粒子在第一、四象限内的运动为匀速圆周运动，圆心为 O_1 ，半径为 r_1 ，由几何关系得

$$r_1 = \frac{2L}{\sin 60^\circ}$$

解得

$$r_1 = \frac{4\sqrt{3}L}{3} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

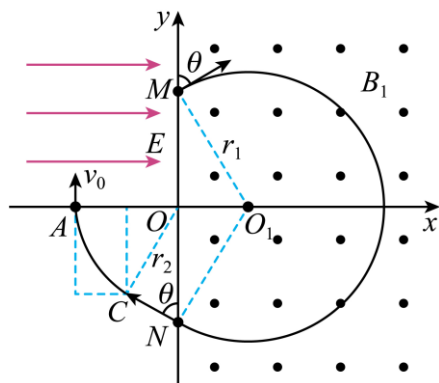
由洛伦兹力提供向心力有

$$qvB_1 = m \frac{v^2}{r_1} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

联立解得

$$B_1 = \frac{\sqrt{3}mv_0}{2qL} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(3) 设粒子在第三象限内的矩形匀强磁场区域中做匀速圆周运动的半径为 r_2 ，粒子从 C 点进入矩形匀强磁场区域，运动的轨迹如图所示



由几何关系可得

$$r_2 = (2L - \sqrt{3}L \cot 60^\circ) \tan 60^\circ$$

解得

$$r_2 = \sqrt{3}L \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

粒子在第三象限内的矩形匀强磁场区域中做匀速圆周运动的圆心与坐标原点 O 重合；由洛伦兹力提供向心力有

$$qvB_2 = m \frac{v^2}{r_2}$$

联立解得

$$B_2 = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{3qL} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

以 AC 为对角线的矩形匀强磁场区域面积最小，则最小面积为

$$S = r_2 \sin 60^\circ (r_2 - r_2 \cos 60^\circ)$$

解得

$$S = \frac{3\sqrt{3}}{4} L^2 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$