

2024 北京朝阳高三一模

物 理

2024. 3

(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. 下列核反应中属于核裂变的是

- A. ${}_{11}^{24}\text{Na} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + {}_{-1}^0\text{e}$
- B. ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{54}^{140}\text{Xe} + {}_{38}^{94}\text{Sr} + 2{}_0^1\text{n}$
- C. ${}_{9}^{19}\text{F} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{10}^{22}\text{Ne} + {}_1^1\text{H}$
- D. ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$

2. 观察图 1、图 2 两幅图中的现象，下列说法正确的是



图 1

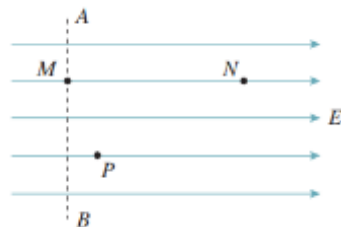


图 2

- A. 图 1 中竖直浸在水中的这段筷子产生了侧移，是由光的折射引起的
- B. 图 1 中竖直浸在水中的这段筷子产生了侧移，是由光的反射引起的
- C. 图 2 中肥皂膜上的条纹是由于光的全反射形成的
- D. 图 2 中肥皂膜上的条纹是由于光的衍射形成的

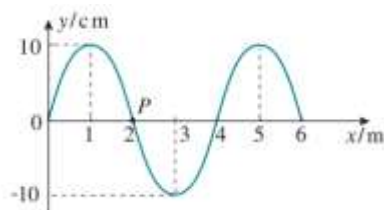
3. 如图所示， P 、 M 、 N 是匀强电场中的三个点，其中 M 、 N 在同一条电场线上， AB 是过 M 点与电场线垂直的直线。下列说法正确的是

- A. 正电荷在 M 点受到的静电力大于其在 N 点受到的静电力
- B. 将负电荷从 M 点移到 N 点再移到 P 点，电场力先做正功再做负功
- C. M 、 N 两点电场强度相等，所以 M 点电势等于 N 点电势
- D. M 、 N 两点间电势差大于 M 、 P 两点间电势差



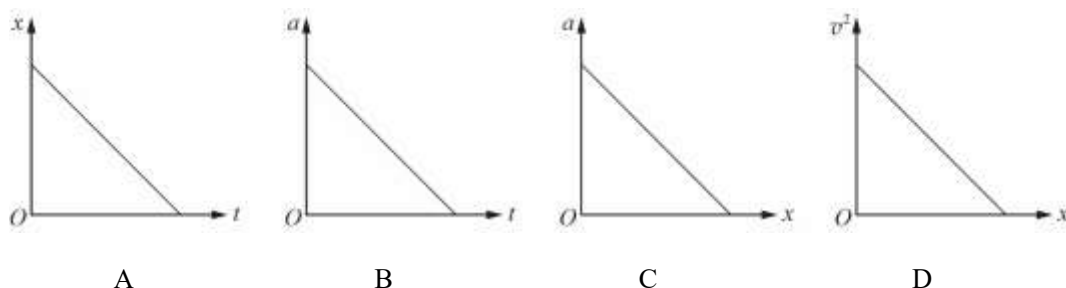
4. 一列简谐横波在 $t=0$ 时的波形图如图所示。介质中 $x=2\text{m}$ 处的质点 P 沿 y 轴方向做简谐运动的表达式为 $y=10\sin(5\pi t)\text{cm}$ 。下列说法正确的是

- A. 这列波沿 x 轴负方向传播
- B. 这列波的振幅为 20cm
- C. 这列波的波速为 10m/s



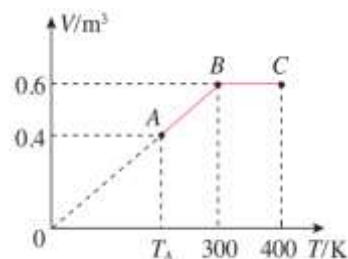
D. $t=2s$ 时 P 点位于波峰

5. 列车进站可简化为匀减速直线运动，在此过程中用 t 、 x 、 v 和 a 分别表示列车运动的时间、位移、速度和加速度。下列图像中正确的是



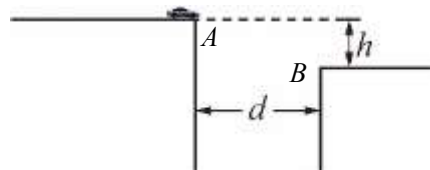
6. 如图是一定质量的理想气体由状态 A 经过状态 B 变为状态 C 的 $V-T$ 图像。已知气体在状态 A 时的压强是 $1.5 \times 10^5 \text{Pa}$ 。下列说法正确的是

- A. 气体在状态 A 的温度为 200K
- B. 气体在状态 C 的压强为 $3 \times 10^5 \text{Pa}$
- C. 从状态 A 到状态 B 的过程中，气体的压强越来越大
- D. 从状态 B 到状态 C 的过程中，气体的内能保持不变



7. 如图所示，电动玩具车沿水平面向右运动，欲飞跃宽度 $d = 4\text{m}$ 的壕沟 AB 。已知两沟沿的高度差 $h = 0.8\text{m}$ ，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，不计空气阻力，不计车本身的长度。关于玩具车的运动，下列说法正确的是

- A. 离开 A 点时的速度越大，在空中运动的时间越短
- B. 离开 A 点时的速度大于 10m/s 就能安全越过壕沟
- C. 在空中飞行的过程中，动量变化量的方向指向右下方
- D. 在空中飞行的过程中，相同时间内速率的变化量相同



8. 地球同步卫星位于地面上方高度约 36000km 处，周期与地球自转周期相同，其运动可视为绕地球做匀速圆周运动。其中一种轨道平面与赤道平面成 0 度角，运动方向与地球自转方向相同，因其相对地面静止，也称静止卫星。下列说法正确的是

- A. 与静止于赤道上的物体相比，静止卫星向心加速度更小
- B. 与近地轨道卫星相比，静止卫星的线速度更小
- C. 静止卫星内的物体处于平衡状态
- D. 所有静止卫星的线速度均相同

9. 某发电厂原来用 11kV 的交变电压输电，后来改用升压变压器将电压升到 220kV 输电，输入功率都是 P 。若输电线路的电阻为 R ，变压器为理想变压器。下列说法正确的是

- A. 根据公式 $U = IR$ ，提高电压后输电线上的电压损失变为原来的 20 倍
- B. 根据公式 $I = \frac{U}{R}$ ，提高电压后输电线上的电流增大为原来的 20 倍
- C. 根据公式 $P_{\text{损}} = I^2 R$ ，提高电压后输电线上的功率损失减小为原来的 $\frac{1}{400}$

D. 根据公式 $P_{\text{损}} = \frac{U^2}{R}$ ，提高电压后输电线上的功率损失增大为原来的 400 倍

10. 如图所示，光滑水平地面上的 P 、 Q 两物体质量均为 m ， P 以速度 v 向右运动， Q 静止且左端固定一轻弹簧。当弹簧被压缩至最短时

- A. P 的动量为 0
- B. Q 的动量达到最大值
- C. P 、 Q 系统总动量小于 mv



D. 弹簧储存的弹性势能为 $\frac{1}{4}mv^2$

11. 如图 1 所示， R_1 是电阻箱， R_2 是定值电阻。闭合开关 S ，改变 R_1 的阻值，两理想电压表 V_1 、 V_2 的示数与 R_1 关系图像如图 2 所示，已知图线①和②为相互平行的直线。下列说法正确的是

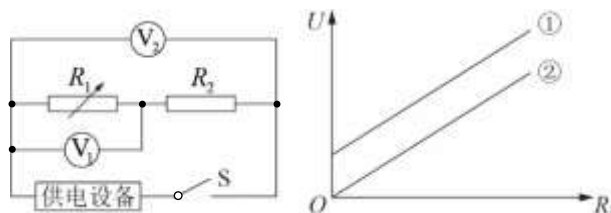
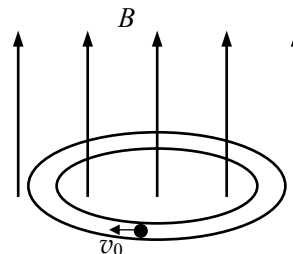


图 1

图 2

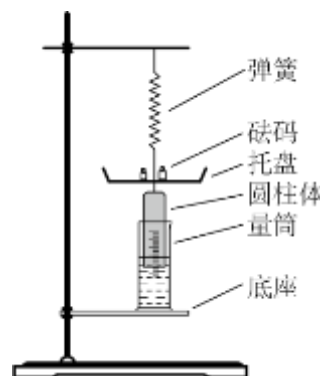
- A. 图线①表示 V_1 示数与 R_1 的对应关系
- B. R_1 中的电流随 R_1 的增大而减小
- C. R_2 两端的电压随 R_1 的增大而增大
- D. 供电设备输出的总功率随 R_1 的增大而增大

12. 如图所示，水平放置的内壁光滑半径为 R 的玻璃圆环，有一直径略小于圆环口径的带正电 q 的小球，在圆环内以速度 v_0 沿顺时针方向匀速转动（俯视）。在 $t=0$ 时刻施加方向竖直向上的变化磁场，磁感应强度 $B=kt$ ($k>0$)。设运动过程中小球带电荷量不变，不计小球运动产生的磁场及相对论效应。加上磁场后，下列说法正确的是



- A. 小球对玻璃圆环的压力不断增大
- B. 小球对玻璃圆环的压力不断减小
- C. 小球所受的磁场力一定不断增大
- D. 小球每运动一周增加的动能为 $kq\pi R$

13. 小明在完成“探究弹簧弹力与形变量的关系”实验后，他想用该实验的原理测量一根轻弹簧的劲度系数，但由于弹簧的劲度系数太大，伸长量较小，不易直接测量。他设计了如图所示的实验装置，并进行了测量。把弹簧竖直悬挂在支架上，在弹簧下端固定一个托盘，托盘下方连接钢制圆柱体，圆柱体直径小于盛水量筒内壁直径。调节底座高度，使圆柱体浸入水中。在托盘中不断增加砝码时，弹簧向下拉伸，圆柱体下移，通过量筒的刻度读出水面上升的高度。已知水的密度为 ρ ，圆柱体直径为 D_1 、量筒内壁直径为 D_2 ，重力加速度 g 。对实验记录的数据进行分析、处理后，他获得了劲度系数的数值。对此实验，下列说法正确的是



- A. 实验需要用天平测量托盘和圆柱体的质量
- B. 不考虑水的浮力，劲度系数测量值将偏大

C. 水面上升的高度与弹簧伸长量的比值为 $\frac{D_2^2 - D_1^2}{D_1^2}$

D. 砝码的重力与对应水面上升的高度不成正比关系

14. 电路过载时电流一般比额定电流大一些，而短路时则可能达到额定电流的十几倍以上。空气开关是一种常见的电气设备，可用于保护电气线路和设备避免过载或短路的破坏，如图 1 所示。空气开关内部有电磁脱扣器和热脱扣器两种断开结构，如图 2 所示。在过载或短路发生的情况下，电路中的强电流流过电磁线圈，线圈内的金属顶针在电磁力的作用下压缩弹簧撞击弹片使电路断开；热脱扣器则是利用双金属片热胀冷缩的原理，当强电流流过双金属片时，材料不同的双金属片发热形变程度不同，金属片带动连杆开关使电路断开。

一般家庭电路中用电器往往启动瞬间电流较大，为保证用电器顺利启动，多采用脱扣特征曲线如图 3 所示的空气开关。脱扣特征曲线的横轴表示线路实际电流相对于额定电流的倍数（部分刻度值未画出），纵轴（t/s）表示电流持续时间，曲线①左下方区域表示空气开关不脱扣，曲线②右上方区域表示脱扣，①、②曲线所夹的区域为不确定区域，在此区域中脱扣器可能是脱扣状态或未脱扣状态。根据以上信息，下列说法正确的是



图1



图2

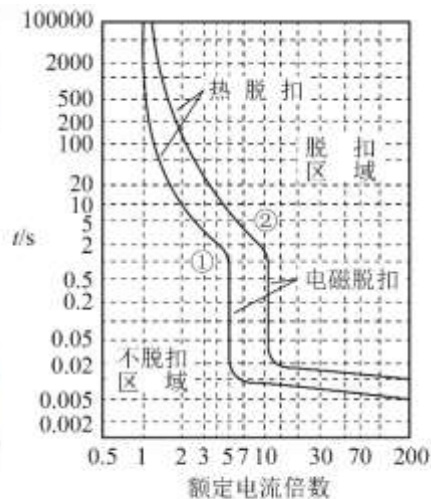


图3

- A. 电路发生过载情况时，更易发生电磁脱扣
- B. 实际电流为额定电流 2 倍时，线路设备可持续工作至少 10 秒
- C. 实际电流为额定电流 7 倍时，一定是电磁脱扣器执行断开电路动作
- D. 线路设备在工作条件下，电磁脱扣器不产生焦耳热

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (8 分)

(1) 某兴趣小组为了探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系，在实验室中找到了以下器材：

- A. 可拆变压器
- B. 条形磁铁
- C. 开关、导线若干
- D. 交流电压表

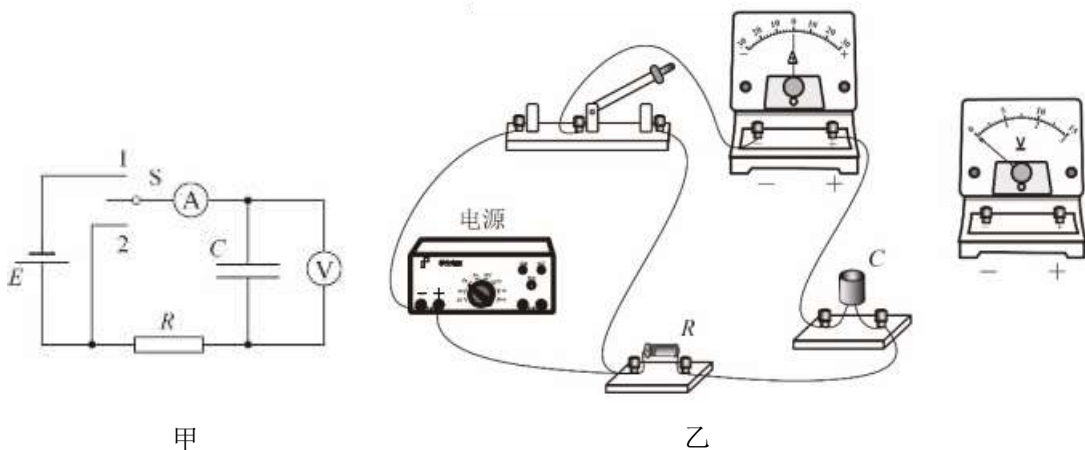
E. 直流电源

F. 低压交流电源

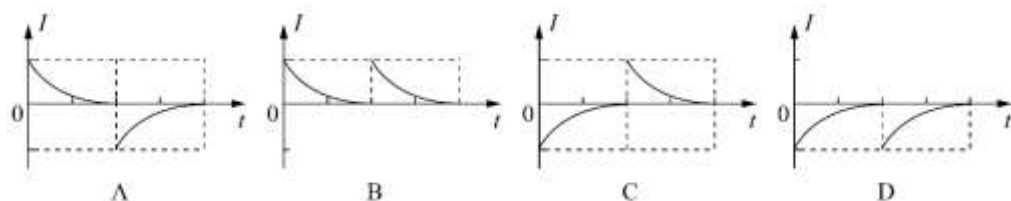
在本实验中，上述器材不需要的是_____（填器材序号字母）。

（2）某同学用图甲所示的电路观察电容器的充、放电现象。所用器材有：电源 E 、电流表 A 、电压表 V 、电容器 C 、定值电阻 R 、单刀双掷开关 S 、导线若干。

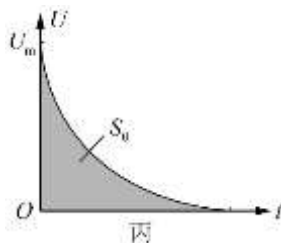
①根据图甲，将图乙中的实物连线补充完整。



②将图乙中的电流表换成电流传感器，可以在电脑端记录电流随时间变化的图线。先将开关接 1，待电路稳定后再接 2。已知电流从左向右流过电阻 R 时为正，则与本次实验相符的 $I-t$ 图像是_____。



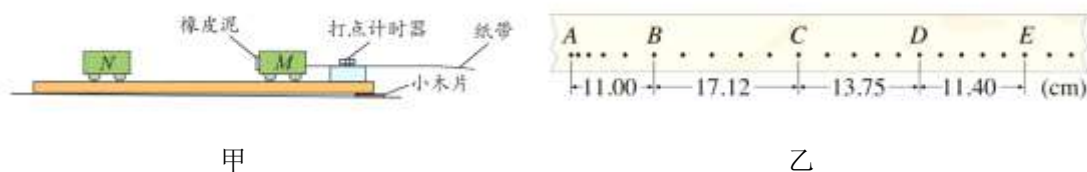
③将图乙中的电压表换成电压传感器，可以在电脑端记录放电过程中电压随时间变化的图线，如图丙所示。已知开关接 2 瞬间开始计时，此时电压传感器记录数据为 U_m ，利用数据处理软件得到 $U-t$ 图线与坐标轴围成的面积为 S_0 。根据该实验数据曲线可以粗测实验中电容器的电容 $C = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（用题中已知物理量 U_m 、 R 和 S_0 表示）



16.（10 分）

某学习小组采用以下实验方案验证动量守恒定律。

如图甲，长木板上的小车 M 左端贴有橡皮泥，右端连一穿过打点计时器的纸带，小车 N 置于 M 的左侧。打点计时器电源频率为 50 Hz。实验过程如下：



①微调长木板右端的小木片，使小车能在木板上做匀速直线运动

②接通打点计时器电源后，让小车 M 做匀速直线运动，并与静置于木板上的小车 N 相碰

③小车 M 与 N 粘在一起，继续做匀速直线运动

④实验中获得一条纸带如图乙所示，在图上标记各计数点，并测量出 AB 、 BC 、 CD 、 DE 四段长度

(1) 计算小车 M 碰撞前的速度大小应选____段（选填“ AB ”、“ BC ”、“ CD ”、“ DE ”），速度大小为____m/s（结果保留三位有效数字）。

(2) 若小车 M 的质量为 0.4 kg ，小车 N 的质量为 0.2 kg ，根据纸带数据，碰后两小车的总动量为____kg·m/s（结果保留三位有效数字），进而可以验证，在误差范围内两小车碰撞过程中动量____（选填“守恒”、“不守恒”）。

(3) 请你说明步骤①对该实验的作用。

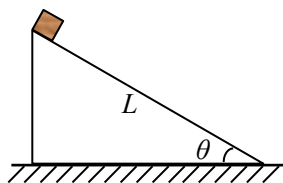
17. (9分)

如图所示，质量 $m=1.0\text{ kg}$ 的小物块从固定斜面的顶端由静止开始匀加速下滑。斜面的长度 $L=1\text{ m}$ ，倾角 $\theta=37^\circ$ ，物块与斜面间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ ，重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ 。求物块下滑至斜面底端过程中：

(1) 加速度的大小 a ；

(2) 重力冲量的大小 I_G 和方向；

(3) 损失的机械能 ΔE 。



18. (9分)

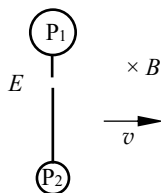
地球高层大气空域的电离层中存在大量的自由电子和离子，使用绳系卫星可以研究电离层的特性。如图所示，由子卫星 P_1 和 P_2 组成的绳系卫星，在地球赤道上空的电离层中绕地球中心做匀速圆周运动。已知绳系卫星轨道距地面的高度为 H ，两颗子卫星之间的导体绳长为 L ($L \ll H$)，导体绳沿地球半径方向。卫星轨道所在处的地磁场磁感应强度大小为 B ，方向如图。地球半径为 R ，地球表面处的重力加速度为 g ，不计地球自转、电离层的运动。

(1) 不计环境阻力，求绳系卫星在轨道上绕地球中心运行速度的大小 v ；

(2) 考虑环境阻力并设其大小恒为 f 、方向总垂直于导体绳，为使卫星保持在原轨道上，设想在导体绳上串联接入一电动势恒定的电源，如图所示。该电源、导体绳及附近的电离层可视为闭合电路，电路等效总电阻为 r ，此时在电源和感应电动势的共同作用下，导体绳所受安培力恰好克服环境阻力。

a. 说明导体绳中电流方向及导体绳所受安培力方向；

b. 求接入电源的电动势 E 。



19. (10 分)

把不易测量的微观量转化为测量宏观量、易测量量是一种常用的科学方法。

(1) 用油膜法估算油酸分子的直径。已知 1 滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积为 V ，其在水面上形成的单分子油膜面积为 S ，求油酸分子的直径 d 。

(2) 根据玻尔理论，可认为氢原子核外电子绕核做匀速圆周运动。处于基态的氢原子吸收频率为 ν 的光子恰好发生电离，已知处于基态的氢原子具有的电势能为 E_p ，电子的电荷量为 e ，质量为 m ，静电力常量为 k ，普朗克常量为 h 。求基态氢原子的半径 r 。

(3) 科研人员设计了一种简便的估算原子核直径的方案：取某种材料的薄板，薄板的面积为 A ，薄板内含有 N 个该种材料的原子。用高能粒子垂直薄板表面轰击，已知入射薄板的粒子数为 n_1 ，从薄板另一侧射出的粒子数为 n_2 ，设高能粒子在空间均匀分布，薄板材料中的原子核在高能粒子通道上没有重叠。求该种材料原子核的直径 D 。

20. (12 分)

根据牛顿力学经典理论，只要物体的初始条件和受力情况确定，就可以推知物体此后的运动情况。

情境 1：如图 1 所示，空间存在水平方向的匀强磁场（垂直纸面向里），磁感应强度大小为 B ，在磁场中 M 点处有一质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的带电粒子。已知重力加速度 g 。

- (1) 若使带电粒子获得某一水平向右的初速度，恰好作匀速直线运动，求该速度的大小 v_0 ；
- (2) 若在 M 点静止释放该粒子，其运动将比较复杂。为了研究该粒子的运动，可以应用运动的合成与分解的方法，将它为零的初速度分解为大小相等的水平向左和水平向右的速度。求粒子运动过程中的最大速率 v_m 。

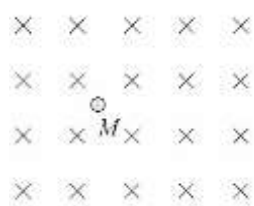
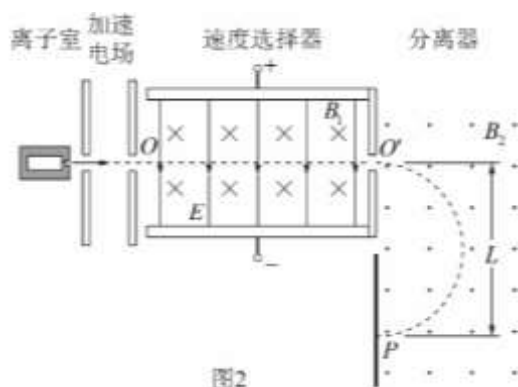


图 1

情境 2：质谱仪由离子室、加速电场、速度选择器和分离器四部分组成，如图 2 所示。已知速度选择器的两极板间的电场强度为 E ，磁感应强度大小为 B_1 ，方向垂直纸面向里，分离器中磁感应强度大小为 B_2 ，方向垂直纸面向外。某次实验离子室内充有某种带电离子，经加速电场加速后从速度选择器两极板间的中点 O 平行于极板进入，部分离子通过小孔 O' 后进入分离器的偏转磁场中。打在感光区域 P 点的离子，在速度选择器中沿直线运动，测得 P 到 O' 点的距离为 L 。不计离子的重力及离子间的相互作用，不计小孔 O 、 O' 的孔径大小。

- (1) 当从 O 点入射的离子速度满足 $(\frac{E}{B_1} - \Delta v) \leq v \leq (\frac{E}{B_1} + \Delta v)$ 时，在分离器的感光板上会形成有一定宽度的感光区域。求该感光区域的宽度 D ；
- (2) 针对情形 (1)，为了提高该速度选择器的速度选择精度，请你提出可行的方案。



参考答案

第一部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
答案	B	A	D	C	D	A	B	B	C	D	D	C	B	B

第二部分共 6 题共 58 分。

15. (8 分)

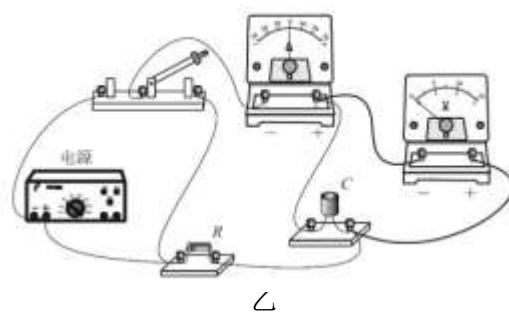
(1) B E

(2)

①见右图

②A

③ $\frac{S_0}{RU_m}$



16. (10 分)

(1) BC 1.71 (4 分)

(2) 0.684 守恒 (4 分)

(3) ①平衡摩擦力，保证两车作用过程中动量守恒；

②便于选取小车匀速运动的纸带区间，以计算碰撞前后对应的速度大小 (2 分)

17. (9 分)

解：(1) 对物块受力分析，由牛顿第二定律

$$mg \sin \theta - f = ma$$

$$\text{且 } f = \mu mg \cos \theta$$

$$\text{得 } a = 2 \text{ m/s}^2 \quad (3 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 由运动学公式 } L = \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{得 } t = 1 \text{ s}$$

根据冲量的定义可得

$$I_G = mgt = 10 \text{ N} \cdot \text{s} \quad \text{方向竖直向下} \quad (3 \text{ 分})$$

(3) 下滑过程中物块克服摩擦力做功为 $W_{\text{克}}$ ，机械能损失 ΔE ，有

$$\Delta E = W_{\text{克}} = \mu mgL \cos \theta$$

$$\text{得 } \Delta E = 4 \text{ J} \quad (3 \text{ 分})$$

18. (9 分)

解：(1) 万有引力提供向心力

$$G \frac{Mm}{(R+H)^2} = m \frac{v^2}{R+H}$$

对地面质量为 m' 的物体有 $G \frac{Mm'}{R^2} = m'g$

得 $v = \sqrt{\frac{gR^2}{R+H}}$ (3 分)

(2)

a. 电流方向由 P_1 指向 P_2 ，安培力方向与卫星运动方向相同 (2 分)

b. 根据闭合电路规律有

$$E - BLv = Ir$$

要求安培力与阻力平衡 $BLI = f$

得 $E = BLv + \frac{fr}{BL}$

将 (1) 问速度代入得 $E = BL\sqrt{\frac{gR^2}{R+H}} + \frac{fr}{BL}$ (4 分)

19. (10 分)

解：(1) 根据题中条件可得 $d = \frac{V}{S}$ (3 分)

(2) 设基态电子的速度为 v ，根据能量守恒有

$$hv + E_p + \frac{1}{2}mv^2 = 0$$

库仑力提供向心力 $k \frac{e^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$

得 $r = -\frac{ke^2}{2(hv + E_p)}$ (4 分)

(3) 设该种材料原子核的投影面积为 $S_0 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$

根据题意有 $\frac{n_1}{n_1 - n_2} = \frac{A}{NS_0}$

得 $D = \sqrt{\frac{4(n_1 - n_2) A}{N\pi n_1}}$ (3 分)

20. (12 分)

解：情境 1：

(1) 粒子做匀速直线运动，受力平衡

$$qv_0B = mg$$

$$\text{得 } v_0 = \frac{mg}{qB} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 带电粒子由静止释放，其初速度可分解为相等的水平向左和水平向右的速度，设为 v ，令 $v = \frac{mg}{qB}$ ，则带电粒子的运动可分解为沿水平方向的匀速直线运动和在竖直平面内的匀速圆周运动。两个运动合成，当速度方向相同时得最大值，有

$$v_m = 2v = \frac{2mg}{qB} \quad (3 \text{ 分})$$

情境 2:

(1) 离子在速度选择器中做匀速直线运动，有

$$qvB_1 = qE$$

离子在分离器中做匀速圆周运动，有

$$qvB_2 = m \frac{v^2}{r}, \text{ 且有 } r = \frac{L}{2}$$

$$\text{解得 } \frac{q}{m} = \frac{2E}{B_1 B_2 L}$$

根据题意可知 $v_1 = \frac{E}{B_1} + \Delta v$ 、 $v_2 = \frac{E}{B_1} - \Delta v$ 的离子均能通过 O' 孔进入分离器分别做匀速圆周运动，

对应的半径分别设为 r_1 、 r_2 ，有

$$qv_1 B_2 = m \frac{v_1^2}{r_1}$$

$$qv_2 B_2 = m \frac{v_2^2}{r_2}$$

$$D = 2(r_1 - r_2) = \frac{4m\Delta v}{qB_2}$$

$$\text{得 } D = \frac{2B_1 L \Delta v}{E} \quad (5 \text{ 分})$$

(2)

方案 1: 尽量减小速度选择器两极板间的距离

方案 2: 控制速度选择器两极板的长度，避免长度等于 $n\pi \frac{B_2}{B_1} L$ ($n=1, 2, \dots$) (2 分)

全卷评分说明：用其他方法解答正确，给相应分数。