



物理

2024. 4

(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

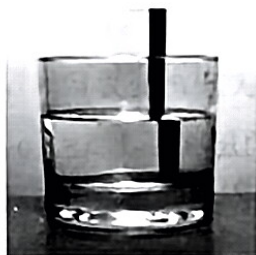


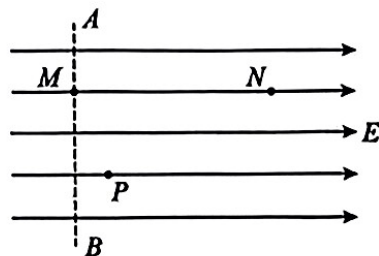
图 1



图 2

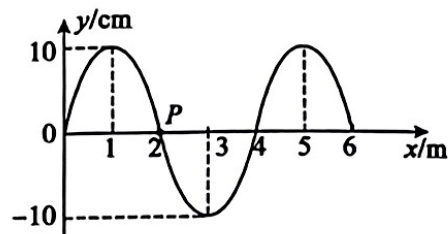
- A. 图 1 中竖直浸在水中的这段筷子产生了侧移,是由光的折射引起的
 B. 图 1 中竖直浸在水中的这段筷子产生了侧移,是由光的反射引起的
 C. 图 2 中肥皂膜上的条纹是由于光的全反射形成的
 D. 图 2 中肥皂膜上的条纹是由于光的衍射形成的
3. 如图所示, P 、 M 、 N 是匀强电场中的三个点,其中 M 、 N 在同一条电场线上, AB 是过 M 点与电场线垂直的直线。下列说法正确的是

- 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



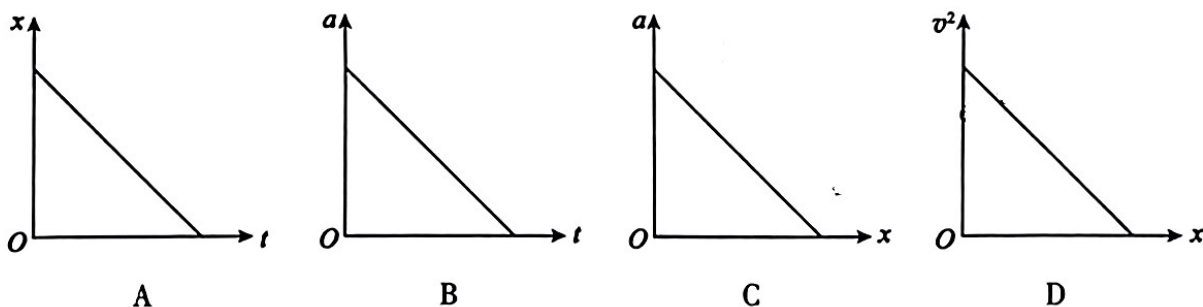


4. 一列简谐横波在 $t=0$ 时的波形图如图所示。介质中 $x=2\text{m}$ 处的质点 P 沿 y 轴方向做简谐运动的表达式为 $y=10\sin(5\pi t)\text{cm}$ 。下列说法正确的是

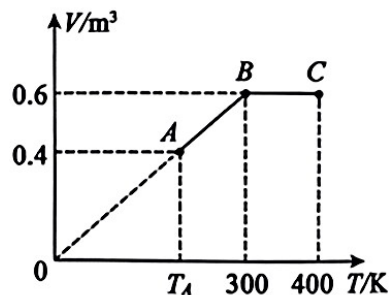


- A. 这列波沿 x 轴负方向传播
- B. 这列波的振幅为 20cm
- C. 这列波的波速为 10m/s
- D. $t=2\text{s}$ 时 P 点位于波峰

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

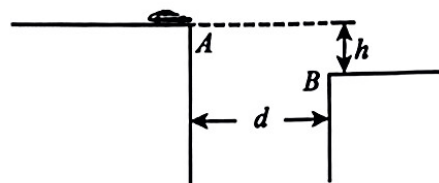


6. 如图是一定质量的理想气体由状态 A 经过状态 B 变为状态 C 的 $V-T$ 图像。已知气体在状态 A 时的压强是 $1.5 \times 10^5\text{Pa}$ 。下列说法正确的是



- 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 $P_{损}=I^2R$,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 $P_{损}=\frac{U^2}{R}$,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

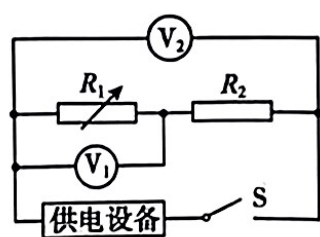


图 1

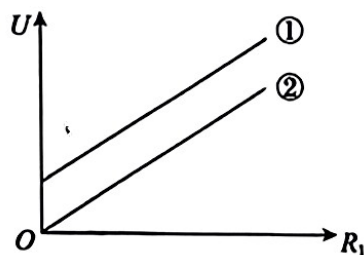
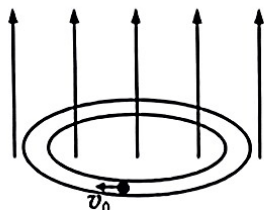


图 2

- 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

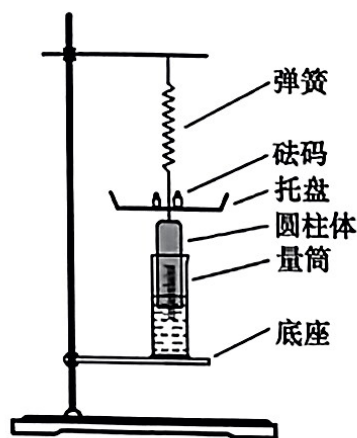


12. 如图所示,水平放置的内壁光滑半径为 R 的玻璃圆环,有一直径略小于圆环口径的带正电 q 的小球,在圆环内以速度 v_0 沿顺时针方向匀速转动(俯视)。在 $t=0$ 时刻施加方向竖直向上的变化磁场,磁感应强度 $B=kt(k>0)$ 。设运动过程中小球带电荷量不变,不计小球运动产生的磁场及相对论效应。加上磁场后,下列说法正确的是



- 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

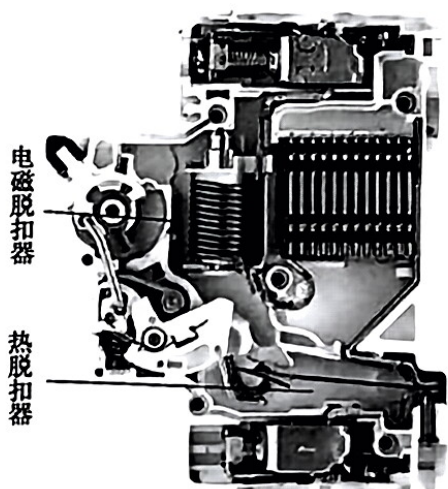


图 2

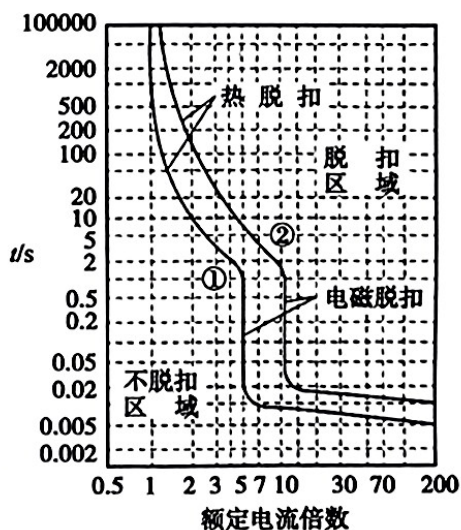


图 3

- 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)

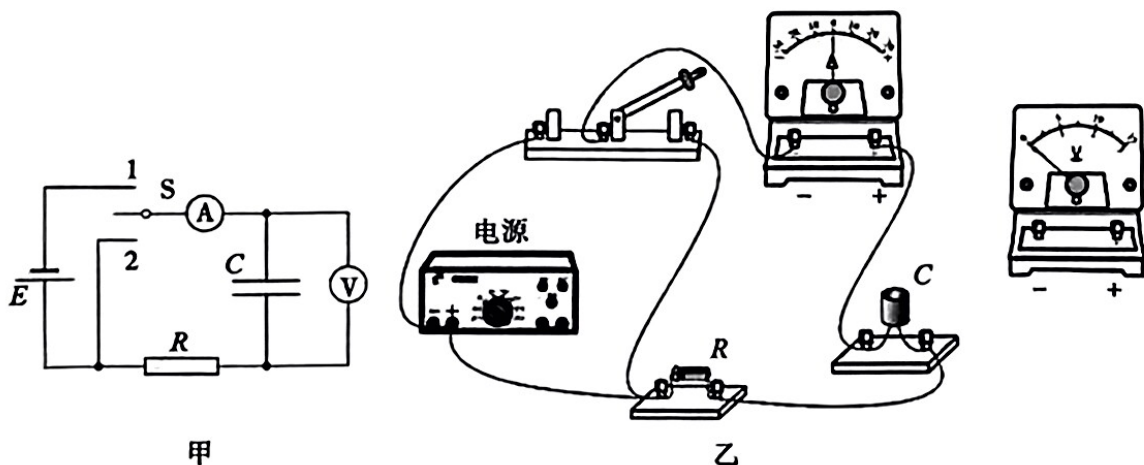
(1) 某兴趣小组为了探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系,在实验室中找到了以下器材:

- | | |
|------------|-----------|
| 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 |

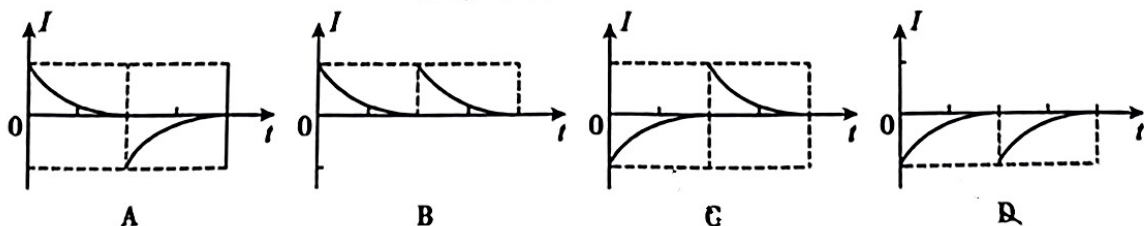
在本实验中,上述器材不需要的是_____ (填器材序号字母)。

(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。

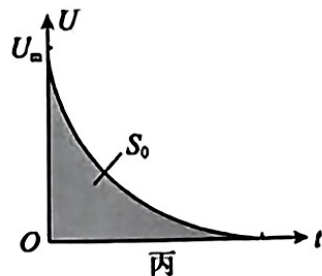
① 根据图甲,将图乙中的实物连线补充完整。



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)

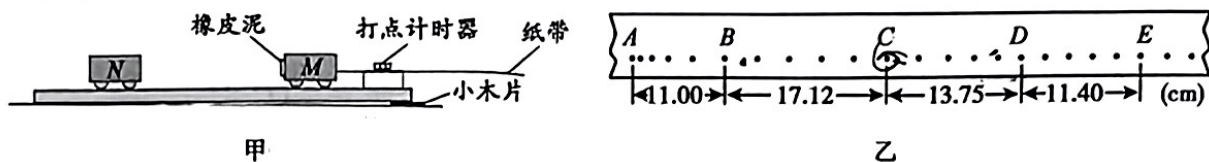




16. (10分)

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 50Hz 。实验过程如下:



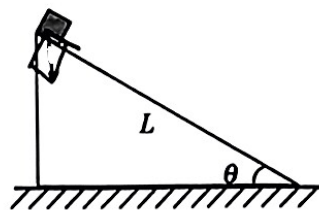
- ① 微调长木板右端的小木片,使小车能在木板上做匀速直线运动
- ② 接通打点计时器电源后,让小车 M 做匀速直线运动,并与静置于木板上的小车 N 相碰
- ③ 小车 M 与 N 粘在一起,继续做匀速直线运动
- ④ 实验中获得一条纸带如图乙所示,在图上标记各计数点,并测量出 AB 、 BC 、 CD 、 DE 四段长度

- (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 0.4kg ,小车 N 的质量为 0.2kg ,根据纸带数据,碰后两小车的总动量为_____ $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ (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的过程中:

- (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 。

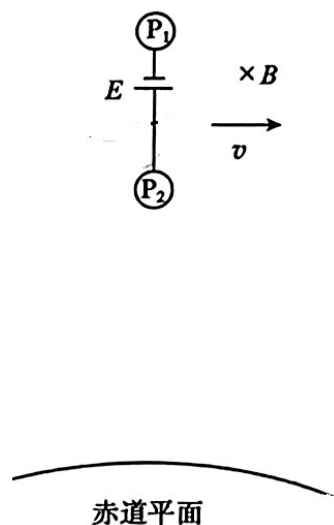




18. (9分)

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_0 ,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 。

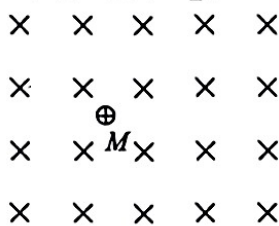


图 1

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。

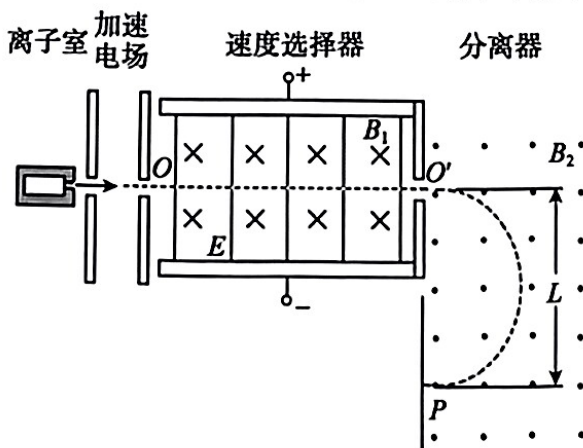


图 2



北京市朝阳区高三年级第二学期质量检测一

物理参考答案

2024. 4

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 分)

(2)

① 见右图

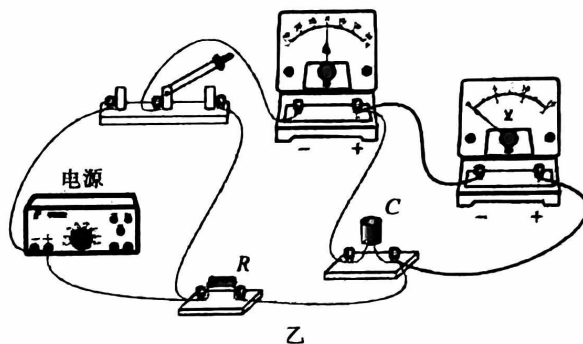
(2 分)

② A

(2 分)

③ $\frac{S_0}{RU_m}$

(2 分)



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

$$mgsin\theta - f = ma$$

且 $f = \mu mg \cos\theta$

得 $a = 2m/s^2$ (3 分)

(2) 由运动学公式

$$L = \frac{1}{2}at^2$$

得 $t = 1s$

根据冲量的定义可得

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

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

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

得 $\Delta E = 4J$ (3 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 $G \frac{Mm'}{R^2} = m'g$

$$\text{得 } v = \sqrt{\frac{gR^2}{R+H}} \quad (3 \text{分})$$

(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 $BIL = f$

$$\text{得 } E = BLv + \frac{fr}{BL}$$

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

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

$$h\nu + E_p + \frac{1}{2}mD^2 = 0$$

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

$$\text{得 } r = \frac{ke^2}{2(h\nu + E_p)} \quad (4 \text{分})$$

(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 $\frac{n_1}{n_1 - n_2} = \frac{A}{NS_0}$

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



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

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

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

$$D = 2(r_1 - r_2) = \frac{4m\Delta v}{qB_2} = \frac{2B_1 L \Delta v}{E} \quad (5 \text{分})$$

(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。