

物理参考答案

一、单项选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的)

题号	1	2	3	4	5	6
答案	C	A	D	B	B	D

1. C **【解析】**根据地球磁场的分布,由左手定则可以判断粒子的受力的方向,从而可以判断粒子的运动的方向。高能带电粒子到达地球受到地磁场的洛伦兹力作用,发生偏转。不同的磁场,所受到的洛伦兹力大小不一,所以 A 选项是不符合题意的;高能带电粒子到达地球受到地磁场的洛伦兹力作用,发生偏转。不同的磁场,所受到的洛伦兹力大小不一,而磁场在南、北两极最强赤道附近最弱,由于南北极磁场方向与射线方向近似平行,则地磁场对垂直射向地球表面的宇宙射线的阻挡作用在南、北两极最弱,赤道附近最强,所以 B 选项是不符合题意的;根据左手定则判断洛伦兹力的方向,地磁场会使沿地球赤道平面内射来的宇宙射线中的带电粒子在洛伦兹力作用下向东偏转,偏向面与赤道平面平行,所以 C 选项是符合题意的;不同的地点磁偏角不同,所以 D 选项是不符合题意的。
2. A **【解析】**根据麦克斯韦电磁场理论可知,变化的磁场能产生电场,变化的电场也能产生磁场,故 A 正确;电场强度的定义 $E = \frac{F}{q}$ 采用比值定义法, E 与 F 、 q 均无关,只与电场本身的性质有关,故 B 错误;红外线具有热作用,可以用来加热理疗,紫外线具有波长短、频率高、能量大的特点可以进行消毒, X 射线可以用来进行透视以诊断病情,故 C 错误;公式 $B = \frac{F}{IL}$ 只适用于 B 和 I 相互垂直的情况,如果二者平行,通电导线受磁场力为零,所以不能根据通电导线受磁场力为零来判断磁感应强度是否为零,故 D 错误。故选 A。
3. D **【解析】**导体主要是自由电子定向移动而导电,即载流子带负电;电流和磁场方向如图所示时,根据左手定则可知载流子向 N 电极偏转,则电极 N 的电势低于电极 M 的电势,若将磁场方向和电流方向同时反向,仍然是 N 板电势低,选项 A、C 错误;将磁场方向变为与薄片的上、下表面平行,则载流子受到上下方向的洛伦兹力,或者不受洛伦兹力,因此 M、N 间不存在电势差,故 B 错误;设半导体薄片的厚度为 d ,宽度为 b ,长度为 L ,载流子所受的电场力等于洛伦兹力,设材料单位体积内载流子的个数为 n ,材料截面积为 S ,根据平衡条件有 $q \frac{U}{b} = Bqv$,电流微观表达式 $I = nqSv$, $S = bd$ 解得霍尔电压 $U_H = \frac{BI}{nqd}$ 。 U_H 与磁感应强度 B 、电流 I 、厚度 d 有关,在电流 I 、磁场 B 一定时,薄片的厚度越大,则 U_H 越小,故 D 正确。故选 D。
4. B **【解析】**由于两车在光滑水平轨道上相互作用,合外力为零,动量守恒;甲车向右运动过程中,通过螺线管的磁通量向右增加,螺线管中有感应电流产生,根据能量守恒可知动能会减少。选项 AC 错误;甲车向右运动过程中,通过螺线管的磁通量向右增加,由楞次定律可知乙车中螺线管产生的磁场方向向左,根据右手螺旋定则可知电阻 R 中的电流方向由 A 到 B,选项 B 正确, D 错误。故选 B。
5. B **【解析】**由题意可知,原副线圈的匝数比为 2 : 1,匝数与电流成反比,则副线圈的电流为 $2I$,根据欧姆定律可得副线圈的电压有效值为 $U_2 = 2IR_1$,则变压器原线圈的电压有效值为 $U_1 = 2U_2 = 4IR_1$ 。设输入交流电的电压有效值为 U_0 ,则 $U_0 = 4IR_1 + IR_2$,可得 $I = \frac{U_0}{4R_1 + R_2}$ 。保持 P_1 位置不变, P_2 向左缓慢滑动的过程中, I 不断变大,根据欧姆定律 $U_1 = 4IR_1$,可知变压器原线圈的电压有效值变大,输入电压有效值不变,则 R_2 两端的电压不断变小,则电压表示数 U 变小,原线圈的电压电流都变大,则功率变大,根据原副线圈的功率相等,可知 R_1 消耗的功率增大,故 B 正确, A 错误;设原副线圈的匝数比为 n ,同理可得 $U_1 = n^2 IR_1$,则 $U_0 = n^2 IR_1 + IR_2$ 。整理可得 $I = \frac{U_0}{n^2 R_1 + R_2}$ 。保持 P_2 位置不变, P_1 向下缓慢滑动的过程中, n 不断变大,则 I 变小,对 R_2 由欧姆定律可知 $U = IR_2$ 。可知 U 不断变小,根据原副线圈的功率相等可知 R_1 消耗的功率 $P_1 = IU_1 = \frac{U_0}{n^2 R_1 + R_2} \cdot (U_0 - \frac{U_0 R_2}{n^2 R_1 + R_2})$,整理可得 $P_1 = \frac{U_0^2}{n^2 R_1 + \frac{R_2^2}{n^2 R_1} + 2R_2}$ 。可知 $n = 3$ 时, R_1 消耗的功率有最大值,可知 R_1 消耗的功率先增大,后减小,故 CD 错误。故选 B。
6. D **【解析】** $\varphi - x$ 图线的斜率表示电场强度,由图可知,沿 x 轴正方向电场强度减小,故 A 错误; $\varphi - x$ 图像的斜率的绝对值表示电场强度的大小,所以 $x = 0.15$ m 处的电场强度大小为 $E = \frac{3 \times 10^5}{0.3 - 0.15}$ V/m = 2.0×10^6 N/C,滑块此时

受到的电场力为 $F_1 = qE = 0.04 \text{ N}$ 。滑块与水平地面间的滑动摩擦力(最大静摩擦力)大小为 $F_f = \mu mg = 0.04 \text{ N}$ 。由图可知 $x = 0.1 \text{ m}$ 处电场强度大于 $x = 0.15 \text{ m}$ 处电场强度,即滑块释放时所受电场力大小 $F > 0.04 \text{ N} = F_f$,所以滑块释放后开始向右加速运动,由于 $\varphi - x$ 图像的斜率的绝对值不断减小且最后趋于零,所以电场强度也不断减小且最后趋于零,则滑块受到向右的电场力不断减小且最后趋于零,根据牛顿第二定律可推知滑块一开始做加速度减小的加速运动,当电场力减小至比滑动摩擦力还小时,滑块开始做加速度增大的减速运动,最终将静止,故 B 错误;当滑块所受电场力大小与滑动摩擦力大小相等时滑块速度最大(设为 v),根据前面分析可知此时滑块位于 $x = 0.15 \text{ m}$ 处,由图可知 $x = 0.1 \text{ m}$ 与 $x = 0.15 \text{ m}$ 之间的电势差约为 $U_1 = \varphi_{0.1} - \varphi_{0.15} = 1.5 \times 10^5 \text{ V}$ 。根据动能定理有 $\frac{1}{2}mv^2 = qU_1 - \mu mg \Delta x_1$,解得 $v = 0.1 \text{ m/s}$,故 C 错误;假设滑块最终在 0.3 m 处停下, $x = 0.15 \text{ m}$ 与 $x = 0.3 \text{ m}$ 之间的电势差约为 $U_2 = \varphi_{0.15} - \varphi_{0.3} = 1.5 \times 10^5 \text{ V}$,滑块从 $x = 0.15 \text{ m}$ 到 $x = 0.3 \text{ m}$ 过程中电场力做功为 $W = qU_2 = 3 \times 10^{-3} \text{ J}$,滑动摩擦力做功为 $W' = \mu mg \Delta x_2 = 6 \times 10^{-3} \text{ J} > W + \frac{1}{2}mv^2$,所以滑块最终停在 0.15 m 到 0.3 m 之间某位置,故 D 正确。

故选 D。

二、多项选择题(本题共 5 小题,每小题 5 分,共 25 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求,全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

题号	7	8	9	10	11
答案	BC	BCD	BC	AD	ACD

7. BC **【解析】**等离子体气流通过匀强磁场时,正离子向上偏转,负离子向下偏转,形成从 a 到 b 的电流。分析图乙可知,线圈 A 中磁场均匀变化,形成感应电流。根据楞次定律可知, $0 \sim 2 \text{ s}$ 内, cd 导线中电流由 d 到 c , $2 \sim 4 \text{ s}$ 内, cd 导线中电流由 c 到 d 。根据平行直导线的相互作用规律可知,同向电流吸引,异向电流排斥。 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内, ab 、 cd 导线互相排斥, A 错误, B 正确; $2 \sim 4 \text{ s}$ 内, ab 、 cd 导线互相吸引, C 正确, D 错误。故选 BC。

8. BCD **【解析】**根据右手定则和楞次定律可知,切割磁感线在 ab 中产生的感应电流方向与面积为 S 的区域中的磁场

变化产生的感应电流方向相同,所以棒匀速直线运动时的电流为 $I = \frac{BLv_0 + \frac{ktS}{t}}{R+r} = \frac{BLv_0 + kS}{3r}$,方向从 a 到 b ,故 A 错

误; ab 棒受力平衡,有 $F + mg = BIL$ 可得 $F = \frac{BL(BLv_0 + kS)}{3r} - mg$,故 B 正确; t 时刻穿过回路的总磁通量 $\Phi = Blx + B'S = Blv_0 t + ktS$,故 C 正确;电路中,当内外电阻相等时,电源的输出功率即滑动变阻器消耗的功率最大,则有 $P_m = (\frac{E}{2r})^2 \cdot r = \frac{E^2}{4r} = \frac{(BLv_0 + kS)^2}{4r}$,故 D 正确。故选 BCD。

9. BC **【解析】** $t_2 \sim t_3$ 之间图线为与 t 轴平行的直线,表明线框做匀速直线运动,则安培力与重力平衡,有 $E = BLv_2$, $I = \frac{E}{R}$, $BIL = mg$ 解得 $v_2 = \frac{mgR}{B^2L^2} = 8 \text{ m/s}$, B 正确;设磁场宽度为 d ,由题意分析可知线圈的长度为 $2d$,则在 $t_1 \sim t_2$ 的时间

内有 $v_2 = v_1 + g \cdot \Delta t$, $3d = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta t$ 解得 $v_1 = 2 \text{ m/s}$, $d = 1 \text{ m}$ 。则线圈的长度为 2 m , C 正确;在 $0 \sim t_1$ 时间内,通过

线圈的电荷量为 $q = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{BLd}{R} = \frac{1 \times 0.5 \times 1}{2} \text{ C} = 0.25 \text{ C}$, A 错误; $0 \sim t_3$ 时间内,由能量守恒定律有 $mg \cdot 5d = \frac{1}{2}mv_2^2 + Q$,解得 $Q = 1.8 \text{ J}$, D 错误。故选 BC。

10. AD **【解析】**开关闭合且电路稳定时,二极管是导通的,灯泡 A 被短路,电容器上极板带负电,下极板带正电,当开关断开,电容器放电,电流由下极板经电路流向上极板,因为电感线圈对电流的阻碍作用,会有电流通过 A 灯, A 灯会闪亮一下,然后逐渐熄灭,故 A 正确;灯熄灭前, A 灯电流减小,电感线圈的电流先增大后减小,二者电流不相等且二者电流之和等于 B 灯电流, A、B 两灯的电压不相同,通过 B 灯的电流不是 A 灯的 2 倍,故 BC 错误;电容器放电过程中,二极管是导通的,通过 L 中的电流发生变化,产生自感电动势,故 D 正确。故选 AD。

11. ACD **【解析】**依题意有 $I_2 = \frac{U}{R_1} = \frac{U}{R}$, $I_1 : I_2 = 2 : 1$,则有 $I_1 = 2I_2 = \frac{2U}{R}$,故 A 正确;根据欧姆定律,发电机产生的感

应电动势的最大值为 E_m ,有 $\frac{E_m}{\sqrt{2}} = R \times I_1 + U_1$, $\frac{U_1}{U} = \frac{1}{2}$, $\omega = 2\pi \text{ rad/s}$,从线圈转动到图示位置开始计时,线圈中产生的

电动势的瞬时表达式为 $e = E_m \cos \omega t = \frac{5\sqrt{2}U}{2} \cos 2\pi t (\text{V})$,故 B 错误;依题意有,线圈在转动过程中通过线圈磁通

量的最大值为 Φ_m ,则有 $\frac{5\sqrt{2}U}{2} = N\Phi_m 2\pi$,解得 $\Phi_m = \frac{5\sqrt{2}U}{4N\pi}$,故 C 正确;当线圈转动的转速为 $2n$ 时,线圈中产生的电

动势的最大值为 $E_m' = N\Phi_m 4n\pi$, 因 $\frac{5\sqrt{2}U}{2} = N\Phi_m 2n\pi = E_m$. 所以 $E_m' = 5\sqrt{2}U$, 其有效值为 $5U$, 假定电压表示数为

U_2' , 则有 $5U = I_1'R + U_1' = 2 \frac{U_2'}{R_1} \times R + U_1' = \frac{1}{2}U_2' + 2U_2' = \frac{5}{2}U_2'$, 解得 $U_2' = 2U$. 当线圈转动的转速为 $2n$ 时, 电

压表的示数为 $2U$, 故 D 正确。故选 ACD。

三、实验题(本大题共 2 小题, 共 16 分)

12. (6 分, 每空 2 分)(1)CD (2)D (3) $\frac{AC}{BD}$

【解析】(1)“测定玻璃的折射率”的实验中, 大头针均应在同一传播光路上, 即 P_3 同时挡住 P_1 、 P_2 的像且 P_4 挡住 P_3 及 P_1 、 P_2 的像。故选 CD。

(2)光由光疏介质(空气)到光密介质(玻璃)中时, 入射角应大于折射角, 且根据折射定律可知光射入玻璃的入射角应等于射出玻璃时的折射角, 即入射光线和出射光线平行。故选 D。

(3)根据几何关系入射角正弦值 $\sin i = \frac{AC}{AO}$, 折射角正弦值 $\sin r = \frac{BD}{BO}$ 且 $AO = BO$

根据折射定律 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{AC}{BD}$ 。

13. (10 分, 每空 2 分)(1)A E (2) $\times 10$ 90 (3)240

【解析】(1)该电路采用半偏法测电阻, 实验中认为电路中的干路电流始终不变, 在测量表头电阻时, 为了减小闭合 S_1 时对电路总电阻的影响, 则有 $R' \gg r_g$, 即滑动变阻器接入电路的阻值越大越好, 由于表头满偏电流固定, 因此电源电动势越大越好。故 R' 选用 A, 电源选用 E。

(2)对于改装后的电流表, 接 a 时量程为 $I_{A1} = I_g + \frac{I_g(r_g + R_4)}{R_3}$, 接 b 时量程为 $I_{A2} = I_g + \frac{I_g r_g}{R_3 + R_4}$, 可知, 接 a 时的量程大

于接 b 时的量程, 根据欧姆表的工作原理, 欧姆表的内阻, 即中值电阻为 $R_{内} = R_{中} = \frac{E}{I_A}$, 根据上述可知, 接 a 时的中值电

阻小于接 b 时的中值电阻, 可判断接 b 时为大倍率, 所以当开关 S_3 拨到 b 时, 欧姆表的倍率是 $\times 10$, 当开关 S_3 拨到 a

时, 欧姆表的倍率是 $\times 1$; 由于中值电阻等于表盘正中间刻线与倍率的乘积, 则 S_3 接 a 和 b 时有 $10R_{中a} = 10 \cdot \frac{E}{I_{A1}} = R_{中b}$

$= \frac{E}{I_{A2}}$ 即有 $10(I_g + \frac{I_g R_g}{R_3 + R_4}) = I_g + \frac{I_g(R_g + R_4)}{R_3}$, 解得 $R_4 = 90 \Omega$

(3)根据欧姆表刻度值原理可知 $I = \frac{E}{R + R_{中}} = \frac{E}{R + \frac{E}{I_A}}$, 解得 $R = \frac{E}{I} - \frac{E}{I_A}$, 可知 $R \propto E$, 由于欧姆表的刻度值是按电动势为

1.5 V 刻度的, 此刻度测得某待测电阻阻值为 300Ω , 而真实电阻对应电动势为 1.2 V, 则有 $\frac{1.5 V}{300 \Omega} = \frac{1.2 V}{R_{真}}$, 解得 $R_{真} =$

240 Ω 。

四、计算题(本大题共 3 小题, 共 35 分)

14. (10 分)**【解析】**(1)交流发电机产生电动势的最大值: $E_m = nBS\omega$ (1 分)

而 $\Phi_m = BS, \omega = \frac{2\pi}{T}$ (1 分)

解得: $E_m = nBS\omega = n\Phi_m \cdot \frac{2\pi}{T} = 100 \times 2.0 \times 10^{-2} \times \frac{2\pi}{0.2} \text{ V} = 20\pi \text{ V} \approx 62.8 \text{ V}$ (2 分)

(2)线圈转动的角速度: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} \text{ rad/s} = 10\pi \text{ rad/s}$ (1 分)

由于从垂直中性面处开始计时, 所以感应电动势瞬时值表达式为 $e = E_m \cos \omega t = 20\pi \cos 10\pi t \text{ V} = 62.8 \cos 10\pi t \text{ V}$ (2 分)

(3)电动势的有效值: $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\pi \text{ V}$ (1 分)

由电路图可知, 电路中交流电压表的示数即为外电阻 R 两端的电压, 则有 $U = \frac{R}{R+r} E = \frac{90}{90+10} \times 10\sqrt{2}\pi \text{ V} = 9\sqrt{2}\pi \text{ V} \approx 40.0 \text{ V}$ (2 分)

15. (10 分)**【解析】**(1)根据题意, 设滑块运动到 D 点时的速度大小为 v_1 , 小车在此时的速度大小为 v_2 , 物块从 A 运动到 D 的过程中, 系统动量守恒, 以向右为正方向, 有

$mv_0 - Mv = mv_1 + Mv_2$
解得 $v_2 = 0$ (1 分)

设小车与滑块组成的系统损失的机械能为 ΔE , 根据能量守恒定律有

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}Mv^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

代入数据解得 $\Delta E = 85 \text{ J}$ (2分)

(2) 设滑块刚过 D 点时受到轨道的支持力为 F_N , 则由牛顿第三定律可得

$F_N = 76 \text{ N}$, 由牛顿第二定律可得

$$F_N - (mg + qE + qv_1 B) = m \frac{v_1^2}{r}$$
 (2分)

解得 $r = 1 \text{ m}$ (1分)

(3) 设滑块沿圆弧轨道上升到最大高度时, 滑块与小车具有共同的速度 v' , 由动量守恒定律可得

$$mv_1 = (m + M)v'$$

解得 $v' = \frac{10}{7} \text{ m/s}$ (1分)

设圆弧轨道的最大半径为 R_m , 由能量守恒定律有

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(m + M)v'^2 + (mg + qE)R_m$$
 (2分)

解得 $R_m = \frac{5}{7} \text{ m} = 0.71 \text{ m}$ (1分)

16. (15分) 【解析】(1) 当 b 和 c 组成的系统做匀速运动时, b 、 c 有最大速度, 且为最终速度

根据平衡条件有 $mg = BIL$ ① (2分)

$$I = \frac{E}{2R}$$
 ② (1分)

$$E = BLv_m$$
 ③ (1分)

$$\text{解得 } v_m = \frac{2mgR}{B^2L^2}$$
 ④ (1分)

(2) 对 a 棒有 $F - mg \sin \theta - BI_1L = ma_1$ ⑤ (1分)

代入数据得 $mg - BI_1L = ma_1$.

对于 b 和 c 组成的系统 $mg - BI_1L = 2ma_2$ ⑥ (1分)

所以任意时刻都有 $a_1 : a_2 = 2 : 1$, 由于运动时间相同所以最终 a 、 b 的速度大小 $v_1 : v_2 = 2 : 1$ ⑦

$$\text{稳定时的电流 } I_m = \frac{BL(v_1 + v_2)}{2R}$$
 ⑧ (1分)

当加速度都为 0 时, a 、 b 、 c 达到稳定状态, 有 $mg = BI_mL$

$$\text{解得 } a \text{ 稳定时的速度大小 } v_1 = \frac{4mgR}{3B^2L^2}$$
 ⑨ (1分)

$$b、c \text{ 稳定时的速度大小 } v_2 = \frac{2mgR}{3B^2L^2}$$
 ⑩ (1分)

(3) 设时间 t 内 a 棒沿倾斜导轨的位移大小为 x_1 , b 棒的位移大小为 x_2 , 由于运动时间相同, 且始终有

$a_1 : a_2 = 2 : 1$, 则 $x_1 : x_2 = 2 : 1$ ⑪ (1分)

$$\text{对于 } a、b、c \text{ 组成的系统, 由功能关系得 } (F - mg \sin \theta)x_1 + mgx_2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}(2m)v_2^2 + Q$$
 ⑫ (1分)

$$\text{代入数据得 } Q = 3mgx_2 - \frac{4m^3g^2R^2}{3B^4L^4}$$
 ⑬ (1分)

以 a 为研究对象, 根据动量定理有 $(F - mg \sin \theta)t - B\bar{I}L = mv_1 - 0$

$$\bar{I}t = q$$
 ⑭ (1分)

$$\text{解得 } q = \frac{mgt}{BL} - \frac{mv_1}{BL}$$
 ⑮

$$\text{因为 } \bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \bar{I} = \frac{E}{2R}$$
 ⑯

$$\text{解得 } q = \frac{\Delta\Phi}{2R}$$
 ⑰

其中 $\Delta\Phi = BL(x_1 + x_2)$ ⑱

$$\text{解得 } x_2 = \frac{2R}{3B^2L^2} \left(mgt - \frac{4m^2gR}{3B^2L^2} \right)$$

$$\text{解得 } Q = \frac{2m^2g^2Rt}{B^2L^2} - \frac{4m^3g^2R^2}{B^4L^4}$$
 (1分)