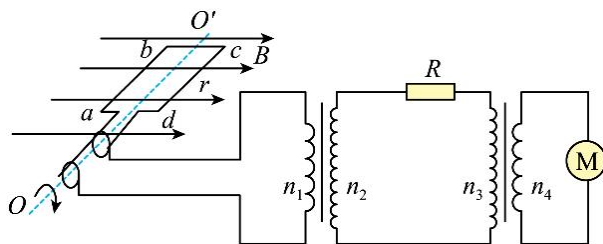


江苏省仪征中学 2024 届高三物理小计算题 专项训练 3

1. 如图所示，用一小型交流发电机向远处用户供电。已知发电机线圈 $abcd$ 匝数 $N=100$ 匝，面积 $S=0.01\text{m}^2$ ，线圈匀速转动的角速度 $\omega = 300\pi \text{ rad/s}$ ，匀强磁场的磁感应强度 $B = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \text{ T}$ ，输电线总电阻 $R=10\Omega$ ，升压、降压变压器均为理想变压器，升压变压器原、副线圈匝数比为 $n_1:n_2=1:8$ ，降压变压器原、副线圈的匝数比为 $n_3:n_4=10:1$ ，若标有“220V，8.8kW”的电动机恰能正常工作。求：

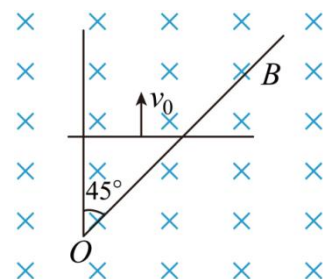
- (1) 输电线路损耗的电功率 ΔP ；
- (2) 交流发电机线圈的电阻 r 。（结果保留一位小数）



2. 2024 年 3 月 20 日上午 8 时 31 分，鹊桥二号中继星由长征八号遥三运载火箭在中国文昌航天发射场成功发射升空，按计划开展与嫦娥四号和嫦娥六号的对通测试。已知月球的质量 $M = 7.3 \times 10^{22} \text{ kg}$ ，半径 $R = 1.7 \times 10^6 \text{ m}$ ，引力常量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ ，地球表面的重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ，忽略月球自转影响。

- (1) 求月球表面的重力加速度大小（结果保留三位有效数字）；
- (2) 在地面上最多能举起质量为 $m = 90 \text{ kg}$ 的物体的人，在月球表面最多能举起质量为多少的物体？

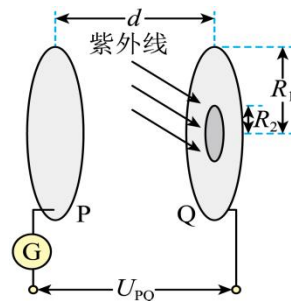
3. 如图所示，一折角 $\theta=45^\circ$ 的导体框架水平固定放置，处于垂直纸面向里的匀强磁场中，一根足够长的截面均匀的导体棒放在导体框架上。 $t=0$ 时导体棒与 O 点的距离为 I_0 ，此时在外力作用下以初速度 v_0 开始运动。已知导体棒中的感应电流与时间的关系是 $I=I_0+kt$ （ I_0 与 k 均为常量且已知），在 $t=\frac{2I_0}{k}$ 时刻，导体棒电功率为 P_0 ，除导体棒外，其余各部分电阻均不计。求：



- (1) 试推导出导体棒的速度随时间的变化关系；
- (2) 在 $t=\frac{2I_0}{k}$ 时刻，导体棒与 O 点的距离；
- (3) 匀强磁场的磁感应强度。

4. 真空中一对半径均为 R_1 的圆形金属板P、Q圆心正对平行放置，两板距离为 d ，Q板中心镀有一层半径为 R_2 （ $R_2 < R_1$ ）的圆形锌金属薄膜。Q板受到紫外线持续照射后，锌薄膜中的电子可吸收光的能量而逸出。现将两金属板P、Q与两端电压 U_{PQ} 可调的电源、灵敏电流计G连接成如图所示的电路。已知单位时间内从锌薄膜中逸出的光电子数为 n 、逸出时的最大动能为 E_{km} ，电子电荷量为 e ，且光电子逸出的方向各不相同。忽略光电子的重力以及光电子之间的相互作用，不考虑平行板的边缘效应，光照条件保持不变，只有锌金属薄膜发生光电效应。

- (1) 调整电源两端电压，使灵敏电流计示数恰好为零，求此时电压 U ；
- (2) 实验发现，当 U_{PQ} 大于或等于某一电压值 U_m 时灵敏电流计示数始终为最大值 I_m ，求 I_m 和 U_m 。



江苏省仪征中学 2024 届高三物理小计算题 专项训练 3 答案

1. (1) 160W; (2) 0.6Ω

【详解】(1) 设降压变压器原、副线圈的电流分别为 I_3 、 I_4 ，电动机恰能正常工作，有 $I_4 = \frac{P}{U_4} = \frac{8800}{220} \text{ A} = 40 \text{ A}$

根据理想变压器的变流比可知 $\frac{I_3}{I_4} = \frac{n_4}{n_3}$ 代入数据解得 $I_3 = 4 \text{ A}$

所以输电线路损耗的电压为 $\Delta U = I_3 R = 4 \times 10 \text{ V} = 40 \text{ V}$

输电线路损耗的电功率为 $\Delta P = I_3^2 R = 160 \text{ W}$

(2) 根据 $\frac{U_3}{U_4} = \frac{n_3}{n_4}$ ，可得 $U_3 = 2200 \text{ V}$

升压变压器副线圈两端电压 $U_2 = U_3 + I_3 R = 2200 \text{ V} + 40 \text{ V} = 2240 \text{ V}$ 由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，可得 $U_1 = 280 \text{ V}$

根据正弦式交变电流产生规律可知，电动势最大值为 $E_m = NBS\omega = 300\sqrt{2} \text{ V}$

电动势有效值为 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 300 \text{ V}$

升压变压器由 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ，可得 $I_1 = \frac{n_2}{n_1} I_2 = \frac{n_2}{n_1} I_3 = 32 \text{ A}$

发动机的内压 $U = E - U_1 = 20 \text{ V}$ 交流发电机线圈的电阻 $r = \frac{U}{I_1} \approx 0.6 \Omega$

2. (1) 1.68m/s²; (2) 525kg

【详解】(1) 月球表面物体受重力等于万有引力 $mg_{\text{月}} = G \frac{Mm}{R^2}$ 代入数据得 $g_{\text{月}} = 1.68 \text{ m/s}^2$

(2) 人在地面上举起物体，对物体的支持力为 F ，有 $F = mg$

人在月球表面上举起物体，对物体的支持力也为 F ，有 $F = m_0 g_{\text{月}}$

则有 $mg = m_0 g_{\text{月}}$ 代入数据，得 $m_0 = 525 \text{ kg}$

3. (1) $v = v_0 + \frac{kv_0}{I_0} t$ (2) $l_0 + \frac{4I_0 v_0}{k}$ (3) $\frac{kP_0}{9I_0 v_0 (kl_0 + 4I_0 v_0)}$

【详解】(1) 设导体棒单位长度的电阻为 R_0 ，磁感应强度为 B ，则在 $t=0$ 时刻，根据闭合电路的欧姆定律

可得 $I_0 = \frac{Bl_0 v_0}{l_0 R_0} = \frac{Bv_0}{R_0}$ 在某一时刻 t ，

根据闭合电路的欧姆定律可得 $I = I_0 + kt = \frac{Blv}{lR_0} = \frac{Bv}{R_0}$

联立解得 $v = v_0 + \frac{kv_0}{I_0} t$

(2) 由于 $v = v_0 + \frac{kv_0}{I_0}t$

所以导体棒做匀加速直线运动, 其加速度 $a = \frac{kv_0}{I_0}$

在 $t = \frac{2I_0}{k}$ 时刻, 导体棒的速度 $v = v_0 + \frac{kv_0}{I_0}t = 3v_0$

此过程中导体棒的位移 $x = \frac{v_0 + v}{2}t = \frac{4I_0v_0}{k}$

导体棒与 O 点的距离 $L = l_0 + x = l_0 + \frac{4I_0v_0}{k}$

(3) 在 $t = \frac{2I_0}{k}$ 时刻, 导体棒的电功率为 P_0 , 此时导体棒的有效切割长度为 $L = l_0 + \frac{4I_0v_0}{k}$

电流强度为 $I = I_0 + kt = 3I_0$

根据电功率的计算公式可得 $P_0 = BILv$

由以上各式解得 $B = \frac{P_0}{ILv} = \frac{P_0}{3I_0 \times (l_0 + \frac{4I_0v_0}{k}) \times 3v_0} = \frac{kP_0}{9I_0(l_0 + 4I_0v_0)}$

45. (1) $\frac{E_{km}}{e}$; (2) $ne, \frac{4E_{km}d^2}{e(R_1 - R_2)^2}$

【详解】(1) 从金属板 Q 逸出时的电子, 最大初动能为 E_{km} 且方向垂直于极板 P, 恰好不能到达极板 P 时, 此时灵敏电流计的示数为零, 根据动能定理 $-eU = 0 - E_{km}$

解得 $U = \frac{E_{km}}{e}$ 负号表示 P 板电势比 Q 板电势低。

(2) 当从 R_2 边缘逸出的光电子, 动能为 E_{km} 且方向平行于极板 Q 飞出后, 恰好打到 P 的边缘时, 此时两极板电压为 U_m , 根据平抛运动知识可 $v_0t = R_1 - R_2$ $d = \frac{1}{2}at^2$

而 $E_{km} = \frac{1}{2}mv_0^2$, $a = \frac{U_me}{dm}$

联立解得 $U_m = \frac{4E_{km}d^2}{e(R_1 - R_2)^2}$

此时所有逸出电子都打到 P 极板上, 电流强度为最大值 $I_m = ne$