

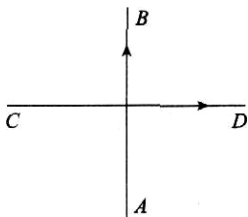
北京博飞港澳台联考试题

物理部分

-----磁场对电流 3

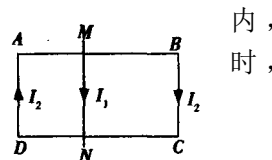
1. 两条导线互相垂直, 相隔一段较小的距离, 如图所示; 其中一条 AB 是固定的, 另一条 CD 能自由转动, 当直流电流按图示方向通入两条导线时, CD 导线将: ()

- A. 逆时针方向转动, 同时靠近导线 AB
- B. 顺时针方向转动, 同时靠近导线 AB
- C. 逆时针方向转动, 同时离开导线 AB
- D. 顺时针方向转动, 同时离开导线 AB

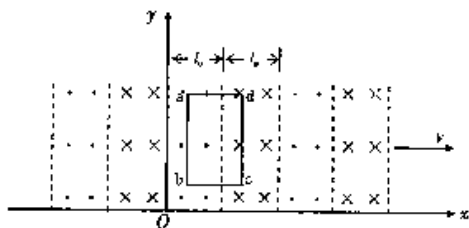


2. 固定不动的绝缘直导线 MN 和可以自由移动的矩形线圈 ABCD 处在同一平面 MN 与 AD、BC 边平行, 且离 AD 边较近, 当导线和线圈中通以如图所示的电流线圈的运动情况是 ()

- A. 静止不动
- B. 向左方移动
- C. 向右方移动
- D. 绕 MN 为轴转动



3. $t=0$ 时, 磁场在 xOy 平面内的分布如题 23 图所示. 其磁感应强度的大小均为 B_0 , 方向垂直于 xOy 平面, 相邻磁场区域的磁场方向相反. 每个同向磁场区域的宽度均为 l_0 . 整个磁场以速度 v 沿 x 轴正方向匀速运动.



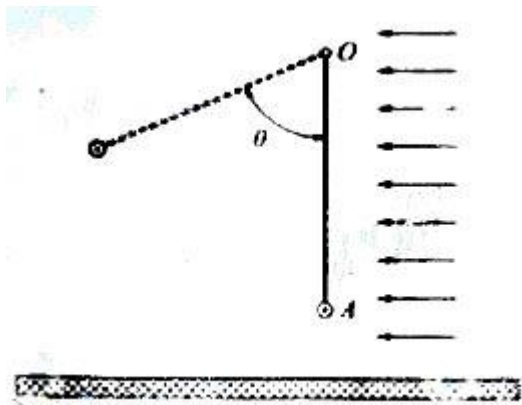
题 23 图

(1) 若在磁场所在区间, xOy 平面内放置一由 a 匝线圈串联而成的矩形导线框 $abcd$, 线框的 bc 边平行于 x 轴. $bc=l_0$ 、 $ab=L$, 总电阻为 R , 线框始终保持静止. 求

- ① 线框中产生的总电动势大小和导线中的电流大小;
- ② 线框所受安培力的大小和方向.

(2) 该运动的磁场可视为沿 x 轴传播的波, 设垂直于纸面向外的磁场方向为正, 画出 $t=0$ 时磁感应强度的波形图, 并求波长 λ 和频率 f .

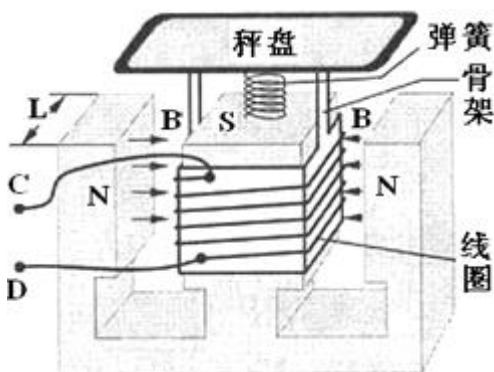
4. 如图所示, 一矩形轻质柔软反射膜可绕过 O 点垂直纸面的水平轴转动, 其在纸面上的长度 OA 为 L_1 , 垂直纸面的宽度为 L_2 . 在膜的下端 (图中 A 处) 挂有一平行于转轴, 质量为 m , 长为 L_2 的导体棒使膜绷成平面. 在膜下方水平放置一足够大的太阳能光电池板, 能接收到经反射膜反射到光电池板上的所有光能, 并将光能转化成电能. 光电池板可等效为一个电池, 输出电压恒定为 U ; 输出电流正比于光电池板接收到的光能 (设垂直于入射光单位面积上的光功率保持恒定). 导体棒处在方向竖直向上的匀强磁场 B 中, 并与光电池构成回路, 流经导体棒的电流垂直纸面向外 (注: 光电池与导体棒直接相连, 连接导线未画出).



(1) 若有一束平行光水平入射, 当反射膜与竖直方向成 $\theta = 60^\circ$ 时, 导体棒处于受力平衡状态, 求此时电流强度的大小和光电池的输出功率。

(2) 当 θ 变成 45° 时, 通过调整电路使导体棒保持平衡, 光电池除维持导体棒力学平衡外, 不能输出多少额外电功率?

5. 某电子天平原理如图所示, E 形磁铁的两侧为 N 极, 中心为 S 极, 两级间的磁感应强度大小均为 B , 磁极的宽度均为 L , 忽略边缘效应. 一正方形线圈套于中心磁极, 其骨架与秤盘连为一体, 线圈两端 C 、 D 与外电路连接. 当质量为 m 的重物放在秤盘上时, 弹簧被压缩, 秤盘和线圈一起向下运动 (骨架与磁极不接触), 随后外电路对线圈供电, 秤盘和线圈恢复到未放重物时的位置并静止, 由此时对应的供电电流 I 可确定重物的质量. 已知线圈的匝数为 n , 线圈的电阻为 R , 重力加速度为 g . 问:



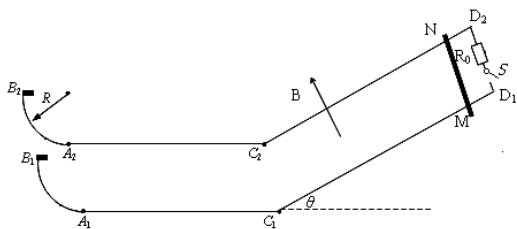
(1) 线圈向下运动过程中, 线圈中感应电流是从 C 端还是 D 端流出?

(2) 供电电流 I 是从 C 端还是 D 端流入? 求重物质量与电流的关系.

(3) 若线圈消耗的最大功率为 P , 该电子天平能称量的最大质量是多少?

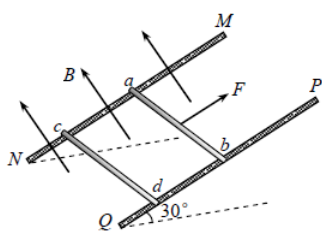
6. 如图所示, 倾角为 $\theta = 30^\circ$ 、宽度为 $d = 1\text{m}$ 、长为 $L = 4\text{m}$ 的光滑倾斜导轨, 导轨 C_1D_1 、 C_2D_2 顶端接有定值电阻 $R_0 = 15\Omega$, 倾斜导轨置于垂直导轨平面斜向上的匀强磁场中, 磁感应强度为 $B = 5\text{T}$, C_1A_1 、 C_2A_2 是

长为 $S = 4.5\text{m}$ 的粗糙水平轨道, A_1B_1 、 A_2B_2 是半径为 $R = 0.5\text{m}$ 处于竖直平面内的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆环 (其中 B_1 、 B_2 为弹性挡板), 整个轨道对称. 在导轨顶端垂直于导轨放一根质量为 $m = 2\text{kg}$ 、电阻不计的金属棒 MN , 当开关 S 闭合时, 金属棒从倾斜轨道顶端静止释放, 已知金属棒到达倾斜轨道底端前已达最大速度, 当金属棒刚滑到倾斜导轨底端时断开开关 S , (不考虑金属棒 MN 经过接点 C_1 、 C_2 处和棒与 B_1 、 B_2 处弹性挡板碰撞时的机械能损失, 整个运动过程中金属棒始终保持水平, 水平导轨与金属棒 MN 之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.1$, $g = 10\text{m/s}^2$). 求:



- (1) 开关闭合时金属棒滑到倾斜轨道底端时的速度;
- (2) 金属棒 MN 在倾斜导轨上运动的过程中, 电阻 R_0 上产生的热量 Q ;
- (3) 当金属棒第三次经过 A_1A_2 时对轨道的压力。

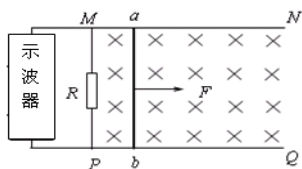
7. 如图所示, 两根足够长的光滑金属导轨 MN、PQ 间距为 $L=0.5\text{m}$, 其电阻不计, 两导轨及其构成的平面均与水平面成 30° 角。完全相同的两金属棒 ab、cd 分别垂直导轨放置, 每棒两端都与导轨始终有良好接触, 已知两棒的质量均为 0.02kg , 电阻均为 $R=0.1\Omega$, 整个装置处在垂直于导轨平面向上的匀强磁场中, 磁感应强度为 $B=0.2\text{T}$, 棒 ab 在平行于导轨向上的力 F 作用下, 沿导轨向上匀速运动, 而棒 cd 恰好能保持静止。取 $g=10\text{m/s}^2$, 问:



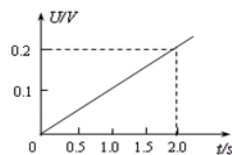
- (1) 通过 cd 棒的电流 I 是多少, 方向如何?
- (2) 棒 ab 受到的力 F 多大?
- (3) 力 F 的功率 P 是多少?

8. 如图甲所示, 光滑且足够长的平行金属导轨 MN、PQ 固定在同一水平面上, 两导轨间距 $L=0.2\text{m}$, 导轨电阻忽略不计, 其间连接有固定电阻 $R=1\Omega$ 。导轨上放一质量 $m=0.1\text{kg}$ 、电阻 $r=0.5\Omega$ 的金属杆 ab, 整个装置处于磁感应强度 $B=0.5\text{T}$ 的匀强磁场中, 磁场方向竖直向下。现用一与导轨平面平行且与 ab 垂直的外力 F 拉金属杆 ab, 使之由静止开始向右运动, 将 R 两端的电压 U 输入示波器, 获得电压 U 随时间 t 变化的关系如图乙所示。

- (1) 求金属杆的加速度大小
- (2) 求第 2s 末 F 的瞬时功率
- (3) F 作用到 2s 时撤去, 求撤去 F 后定值电阻 R 上产生焦耳热的最大值



甲



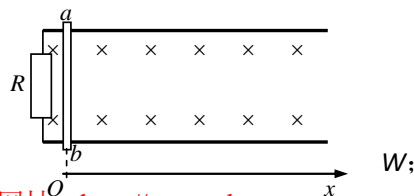
乙

9. 如图所示, 质量为 m 的跨接杆 ab 可以无摩擦地沿水平的导轨滑行, 两轨间距为 L , 导轨一端与电阻 R 连接, 放在竖直向下的匀强磁场中, 磁感应强度为 B 。杆从 x 轴原点 O 以大小为 v_0 的水平初速度向右滑行, 直到停下。已知杆在整个运动过程中速度 v 和位移 x 的函数关系是:

$$v = v_0 - \frac{B^2 L^2 x}{mR}$$

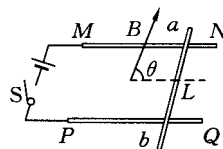
杆与导轨的电阻不计。

- (1) 试求杆所受的安培力 F 随其位移 x 变化的函数式;
- (2) 分别求出杆开始运动和停止运动时所受的安培力 F_1 和 F_2 ;
- (3) 证明杆在整个运动过程中动能的增量 ΔE_k 等于安培力所做的功 W ;



(4) 求出电阻 R 所增加的内能 ΔE 。

10. 处于水平面的平行金属导轨 MN 与 PQ 间距为 L ，两导轨接在电动势为 E ，内阻为 r 的电源上，质量为 m 的直金属杆 ab 沿垂直导轨方向架在导轨上， ab 杆的电阻为 R ，两金属导轨电阻不计，整个装置处于斜向上的匀强磁场中，已知磁感应强度为 B ，磁场方向与水平面之间的夹角为 θ ，如图所示，闭合开关 S 后， ab 杆静止在水平导轨上不动，求此时 ab 杆所受摩擦力及导轨支持力为多大？



参考答案

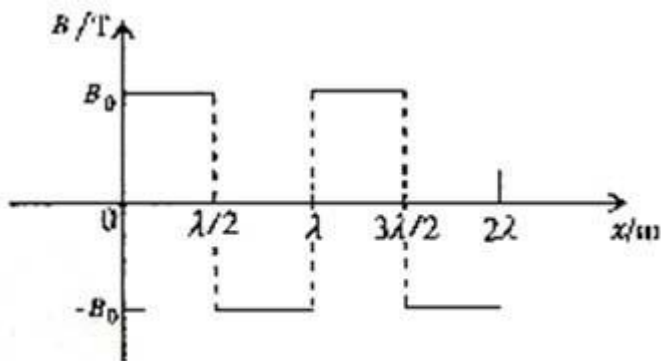
1. A

2. B

3. (1) ① $I = \frac{2nB_v L_v}{R}$

② $F = \frac{4n^2 B_0^2 L^2 v}{R}$ ，方向始终沿 x 轴正方向

(2) $\lambda = 2l_0$ ， $f = \frac{v}{2l_v}$ ，波形图如下图所示。



答 23 图

4. (1) $P_{60} = \sqrt{3}mgU / BL_2$

(2) $P_{\text{额外}} = (\sqrt{6}-1) \frac{mgU}{BL_2}$

5. (1) 感应电流从 C 端流出 (2) $m = \frac{2nBL}{g} I$ (3) $m_0 = \frac{2nBL}{g} \sqrt{\frac{P}{R}}$

6. (1) $v_m = 6\text{m/s}$; (2) $Q = 4\text{J}$; (3) $F_N = 56\text{N}$



7. (1) $I=1\text{A}$, 方向由右手定则可知由 d 到 c (2) $F=0.2\text{N}$ (3) $P=0.4\text{W}$

8. (1) 1.5 m/s^2 (2) 0.51W (3) $Q=0.3\text{J}$

【答案】(1) $F=\frac{B^2L^2v}{R}=\frac{B^2L^2v_0}{R}-\frac{B^4L^4x}{mR^2}$ (2) $v'=0$, $F'=0$

(3) $W=\frac{1}{2}\frac{B^2L^2v_0}{R}-\frac{mRv_0}{B^2L^2}=\frac{1}{2}mv_0^2=\Delta E_k$,

(4) $\Delta E=\Delta E_k=\frac{1}{2}mv_0^2$

10. $f=F\sin\theta$, $F_N=mg-\frac{EBL}{R+r}\cos\theta$