**专 题 限 时 集 训（七）**

**电磁感应之双棒切割问题** (建议用时45min)

1**.** 如图所示，水平面上固定着两根相距*L*且电阻不计的足够长的光滑金属导轨，导轨处于方向竖直向下、磁感应强度为*B*的匀强磁场中，铜棒*a*、*b*的长度均等于两导轨的间距、电阻均为*R*、质量均为*m*，铜棒平行地静止在导轨上且与导轨接触良好。现给铜棒*a*一个平行导轨向右的瞬时冲量*I*，关于此后的过程，下列说法正确的是(　　)

A.回路中的最大电流为B.铜棒*b*的最大加速度为

C.铜棒*b*获得的最大速度为D.回路中产生的总焦耳热为

【参考答案】B

【名师解析】给铜棒*a*一个平行导轨的瞬时冲量*I*，此时铜棒*a*的速度最大，产生的感应电动势最大，回路中电流最大，每个棒受到的安培力最大，其加速度最大，*I*＝*mv*0，*v*0＝，铜棒*a*电动势*E*＝*BLv*0，回路电流*I*0＝＝，选项A错误；此时铜棒*b*受到安培力*F*＝*BI*0*L*，其加速度*a*＝＝，选项B正确；此后铜棒*a*做变减速运动，铜棒*b*做变加速运动，当二者达到共同速度时，铜棒*b*速度最大，据动量守恒，*mv*0＝2*mv*，铜棒*b*最大速度*v*＝，选项C错误；回路中产生的焦耳热*Q*＝*mv*－·2*mv*2＝，选项D错误。

2.(多选）竖直放置的平行光滑导轨，其电阻不计，磁场方向如图所示，磁感应强度*B*=0.5 T，导体杆*ab*和*cd*的长均为0.2 m，电阻均为0.1 Ω，所受重力均为0.1 N，现在用力向上推导体杆*ab*，使之匀速上升(与导轨接触始终良好)，此时*cd*恰好静止不动，*ab*上升时下列说法正确的是( )

A．*ab*受到的推力大小为2 N

B．*ab*向上的速度为2 m/s

C．在2 s内，推力做功转化的电能是0.4 J

D．在2 s内，推力做功为0.6 J

【答案】BC

【解析】因导体棒*ab*匀速上升，*cd*棒静止，所以它们都受力平衡，以两棒组成的整体为研究对象，根据平衡条件可得：*ab*棒受到的推力：，A错误；对*cd*棒，受到向下的重力*G*和向上的安培力*F*安，由平衡条件得：，即：，又，联立得：，B正确；在2 s内，电路产生的电能：，则在2 s内，拉力做功，有0.4 J转化为电能，C正确；在2 s内拉力做的功为：，D错误。

3.(多选）如图所示，相距为*L*的两条足够长的平行金属导轨右端连接有一定值电阻*R*，整个装置被固定在水平地面上，整个空间存在垂直于导轨平面向下的匀强磁场，磁感应强度大小为*B*，两根质量均为*m*，电阻都为*R*，与导轨间的动摩擦因数都为*μ*的相同金属棒*MN*、*EF*垂直放在导轨上。现在给金属棒*MN*施加一水平向左的作用力*F*，使金属棒*MN*从静止开始以加速度*a*做匀加速直线运动，若重力加速度为*g*，导轨电阻不计，最大静摩擦力与滑动摩擦力相等。则下列说法正确的是（ ）

A．从金属棒*MN*开始运动到金属棒*EF*开始运动经历的时间为*t*=

B．若从金属棒*MN*开始运动到金属棒*EF*开始运动经历的时间为*T*，则此过程中流过电阻*R*的电荷量为

C．若从金属棒*MN*开始运动到金属棒*EF*开始运动经历的时间为*T*，则金属棒*EF*开始运动时，水平拉力*F* 的瞬时功率为*P*=（*ma*+*μmg*）*aT*

D．从金属棒*MN*开始运动到金属棒*EF*开始运动的过程中，两金属棒的发热量相等

【答案】AB

【解析】*MN*匀加速运动，切割磁感线，产生感应电动势，此时*EF*和定值电阻*R*并联构成外电路，并联电阻为，电源内阻为，路端电压即*EF*的电压，经过*EF*的电流，受到安培力，当*EF*开始运动时，，求得时间，选项A对。若从金属棒*MN*开始运动到金属棒*EF*开始运动经历的时间为*T*，则*MN*移动的位移为，通过整个电路的电荷量，*EF*和定值电阻并联，电阻相等，所以流过电阻*R*的电荷量，选项B对。*EF*开始运动时，经过*MN*的电流为，受到安培力，根据牛顿第二定律，得拉力，瞬时功率为，选项C错。从金属棒*MN*开始运动到金属棒*EF*开始运动的过程中，*MN*电流为干路电流，而*FE*电流为支路电流，电流不等大，虽然电阻相等，时间相等，产生热量不等，选项D错误。

4.(多选）如图所示，光滑金属导轨*ab*和*cd*构成的平面与水平面成角，导轨间距=2*L*，导轨电阻不计．两金属棒MN、PQ垂直导轨放置，与导轨接触良好．两棒质量，电阻，整个装置处在垂直导轨向上的磁感应强度为B的匀强磁场中，金属棒MN在平行于导轨向上的拉力，作用下沿导轨以速度向上匀速运动，PQ棒恰好以速度向下匀速运动．则

A．MN中电流方向是由N到M

B．匀速运动的速度的大小是

C．在MN、PQ都匀速运动的过程中，

D．在MN、PQ都匀速运动的过程中，

【参考答案】BD

【名师解析】根据楞次定律可得MN中电流方向是由M到N，选项A错误；根据法拉第电磁感应定律可得回路中产生的感应电动势大小为E=BLv+BL•2v=3BLv，回路中的感应电流大小为I=E/3R=BLv/R，以PQ为研究对象，根据力的平衡条件可得：2mgsinθ=BI•2L，解得匀速运动的速度υ=mgRsinθ/B2L2，选项B正确；
在MN、PQ都匀速运动的过程中，以PQ为研究对象，根据共点力的平衡条件可得：2mgsinθ=BI•2L，即BIL=mgsinθ；以MN为研究对象，根据力的平衡可得：F=mgsinθ+BIL=2mgsinθ，选项C错误、D正确．
5.(多选）如图所示，水平面内足够长的光滑“凸”形电阻可忽略的金属导轨左侧宽度为L1，右侧宽度为L2，且L1＝2L2，有两个材料相同，质量均为m导体棒静止在导轨上，垂直于导轨所在平面向上的磁场磁感应强度大小为B，现给导体棒I一初速度v0使其沿水平方向开始运动直至达到稳定状态，整个过程导体棒I一直在左侧导轨部分，下面说法正确的是（　　）

1. 导体棒I达到稳定状态时速度为 B．导体棒I达到稳定状态时速度为

C．整个过程中通过导体棒Ⅱ的电荷量为 D．整个过程中导体棒Ⅱ上产生的焦耳热为mv

【参考答案】ACD。

【名师解析】对Ⅰ根据动量定理、Ⅱ根据动量定理列方程求解速度大小；对Ⅱ根据动量定理结合电荷量的计算公式求解电荷量；根据功能关系求解此时的焦耳热。

达到稳定状态时电流为零，此时Ⅰ的速度为v1，Ⅱ的速度为v2，则有：BL1v1＝BL2v2，解得v2＝2v1；对Ⅰ根据动量定理可得：﹣BIL1t＝mv1﹣mv0，对Ⅱ根据动量定理可得：BIL2t＝mv2﹣0，则mv0﹣mv1＝2mv2，解得：v1＝，v2＝，所以导体棒I达到稳定状态时速度为，故A正确、B错误；对Ⅱ根据动量定理可得：BIL2t＝mv2﹣0，其中q＝It，则整个过程中通过导体棒Ⅱ的电荷量为q＝＝＝，故C正确；整个过程中系统产生的焦耳热Q＝﹣﹣，两个导体棒材料相同，则电阻之比等于长度之比，导体棒Ⅱ上产生的焦耳热为QⅡ＝Q＝mv，故D正确。

6**.**(多选）一空间有垂直纸面向里的匀强磁场*B*，两条电阻不计的平行光滑导轨竖直放置在磁场内，如图2所示，磁感应强度*B*＝0.5 T，导体棒*ab*、*cd*长度均为0.2 m，电阻均为0.1 Ω，重力均为0.1 N，现用力向上拉动导体棒*ab*，使之匀速上升(导体棒*ab*、*cd*与导轨接触良好)，此时*cd*静止不动，则*ab*上升时，下列说法正确的是(　　)

A.*ab*受到的拉力大小为2 N

B.*ab*向上运动的速度为2 m/s

C.在2 s内，拉力做功，有0.4 J的机械能转化为电能

D.在2 s内，拉力做功为0.6 J

【参考答案】BC

【名师解析】　对导体棒*cd*分析：*mg*＝*BIl*＝，得*v*＝2 m/s，故选项B正确；对导体棒*ab*分析：*F*＝*mg*＋*BIl*＝0.2 N，选项A错误；在2 s内拉力做功转化为*ab*棒的重力势能和电路中的电能，电能等于克服安培力做的功，即*W*电＝*F*安*vt*＝＝0.4 J，选项C正确；在2 s内拉力做的功为*W*拉＝*Fvt*＝0.8 J，选项D错误。

**7.**如图所示，两根足够长的平行金属导轨固定于同一水平面内，导轨间的距离为L，导轨上平行放置两根导体棒ab和cd，构成矩形回路。已知两根导体棒的质量均为m、电阻均为R，其它电阻忽略不计，整个导轨处于竖直向上的匀强磁场中，磁感应强度为B，导体棒均可沿导轨无摩擦的滑行。开始时，导体棒cd静止、ab有水平向右的初速度v0，两导体棒在运动中始终不接触。求：

（1）开始时，导体棒ab中电流的大小和方向；

（2）从开始到导体棒cd达到最大速度的过程中，矩形回路产生的焦耳热；

（3）当ab棒速度变为v0时，cd棒加速度的大小。

**【解析】**（1）ab棒产生的感应电动势 ，（1分）

ab棒中电流 ，（1分）

方向由 （1分）

（2）当ab棒与cd棒速度相同时，cd棒的速度最大，设最大速度为

由动量守恒定律 （1分）

∴  （1分）

由能量守恒关系 Q＝mv－（2m）v （1 分）

∴ Q＝mv （1分）

（3）设ab棒的速度为时， cd棒的速度为

由动量守恒定律：（1分）

。

；

；

I＝=

∴I＝（2分）

cd棒受力为 （1分）；

此时cd棒加速度为 （1分）

8.如图所示，*MN*、*PQ*两平行光滑水平导轨分别与半径*r*＝0.5 m 的相同竖直半圆导轨在*N*、*Q*端平滑连接，*M*、*P*端连接定值电阻*R*，质量*M*＝2 kg的*cd*绝缘杆垂直且静止在水平导轨上，在其右侧至*N*、*Q*端的区域内充满竖直向上的匀强磁场。现有质量*m*＝1 kg的*ab*金属杆以初速度*v*0＝12 m/s水平向右运动，与*cd***绝缘杆**发生正碰后，进入磁场并最终未滑出，*cd*绝缘杆则恰好能通过半圆导轨最高点，不计除*R*以外的其他电阻和摩擦，*ab*金属杆始终与导轨垂直且接触良好，*g*取10 m/s2，(不考虑*cd*杆通过半圆导轨最高点以后的运动)求：

(1)*cd*绝缘杆通过半圆导轨最高点时的速度大小*v*；

(2)电阻*R*产生的焦耳热*Q*。

【解析】　(1)*cd*绝缘杆通过半圆导轨最高点时，

由牛顿第二定律有*Mg*＝*M*

解得*v*＝ m/s。

(2)发生正碰后*cd*绝缘杆滑至最高点的过程中，由动能定理有

－*Mg*·2*r*＝*Mv*2－*Mv*，

解得碰撞后*cd*绝缘杆的速度*v*2＝5 m/s，

两杆碰撞过程中动量守恒，有

*mv*0＝*mv*1＋*Mv*2，

解得碰撞后*ab*金属杆的速度*v*1＝2 m/s，

*ab*金属杆进入磁场后由能量守恒定律有*mv*＝*Q*，

解得*Q*＝2 J。

答案　(1) m/s　(2)2 J