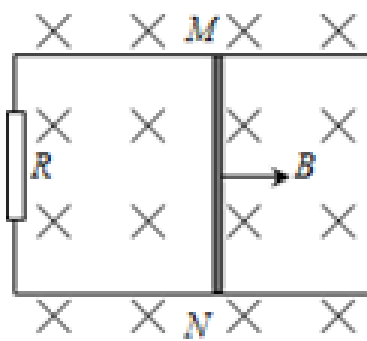


《安培力综合题》

一、计算题

1. 如图所示，足够长的平行光滑金属导轨水平放置，宽度 l ，一端连接电阻 R 。导线所在空间存在竖直向下的匀强磁场，磁感应强度 B 。导体棒 MN 放在导轨上，其长度恰好等于导轨间距，与导轨接触良好，导轨和导体棒的电阻均可忽略不计。在平行于导轨的拉力 F 作用下，导体棒沿导轨向右匀速运动，速度 v 。求：

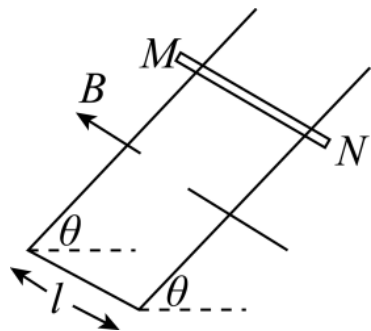


感应电动势 E 和感应电流 I ；

拉力 F 的大小；

若将 MN 换为电阻 r 的导体棒，其他条件不变，求导体棒两端的电压 U 。

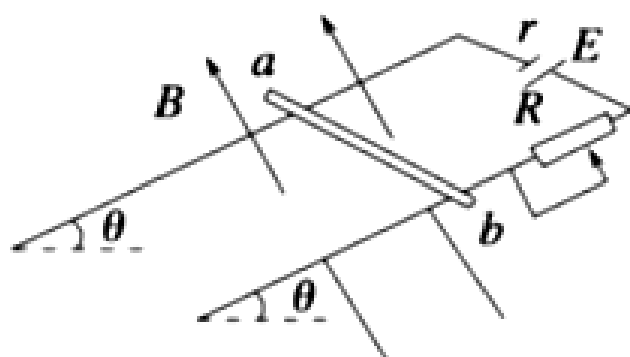
2. 如图所示，足够长的 U 形导体框架的宽度 l ，电阻忽略不计，其所在平面与水平面成 θ 角，磁感应强度 B 的匀强磁场方向垂直于导体框平面，一根质量 m ，有效电阻 R 的导体棒 MN 垂直跨放在 U 形框架上，导体棒与框架间的动摩擦因数 μ ，导体棒由静止开始沿框架下滑到刚开始匀速运动，通过导体棒截面的电量共为 Q 。求：



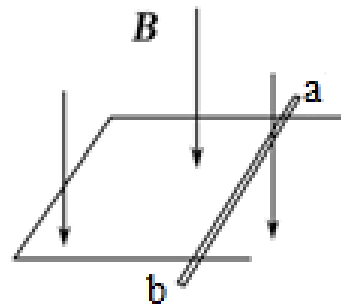
导体棒匀速运动的速度；

导体棒从开始下滑到刚开始匀速运动这一过程中，导体棒的电阻产生的焦耳热 $Q_{\text{热}}$ 。

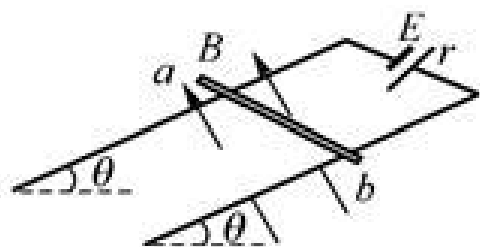
3. 如图所示，在倾角为 θ 的斜面上，固定一宽度为 L 的平行金属导轨，在导轨上端接入电源和滑动变阻器 R ，电源电动势为 E ，内阻为 r ，一质量为 m 的金属棒 ab 与两导轨垂直并接触良好。整个装置处于磁感应强度为 B 、垂直于斜面向上的匀强磁场中。导轨与金属棒的电阻不计。金属导轨是光滑的，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，要保持金属棒在导轨上静止，求：
 金属棒所受到的安培力大小；
 滑动变阻器 R 接入电路中的阻值。



4. 在范围足够大，方向竖直向下的匀强磁场中，磁感应强度为 B ，有一水平放置的光滑框架，宽度为 L ，如图所示，框架上放置一质量为 m 、电阻为 R 的金属杆 ab ，框架电阻不计，在水平外力 F 的作用下，杆 ab 以恒定加速度 a 由静止开始做匀变速运动。求：
 在 5s 内平均感应电动势是多少？
 第 5s 末作用在杆 ab 上的水平外力 F 多大？
 定性画出水平外力 F 随时间 t 变化的图象。



5. 如图所示，两平行金属导轨间的距离 L ，金属导轨所在的平面与水平面夹角 θ ，在导轨所在平面内，分布着磁感应强度 B ，方向垂直于导轨所在平面的匀强磁场。金属导轨的一端接有电动势 E 、内阻 r 的直流电源。现把一个质量 m 的导体棒 ab 放在金属导轨上，导体棒恰好静止。导体棒与金属导轨垂直、且接触良好，导体棒与金属导轨接触的两点间的总电阻 R ，金属导轨电阻不计， g 取 10 m/s^2 ，已知 $\theta = 30^\circ$ ， $B = 1 \text{ T}$ ， $E = 10 \text{ V}$ ， $r = 1 \Omega$ ， $R = 2 \Omega$ ， $L = 1 \text{ m}$ ， $m = 1 \text{ kg}$ ，求：

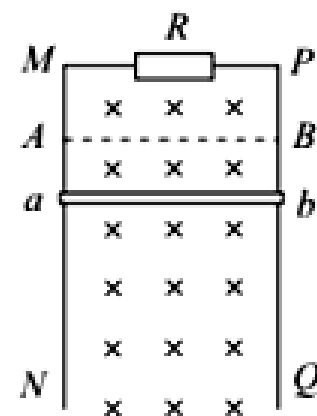


导体棒受到的安培力；

导体棒受到的摩擦力；

若将磁场方向改为竖直向上，要使金属杆继续保持静止，且不受摩擦力作用，求此时磁场磁感应强度 B 的大小？

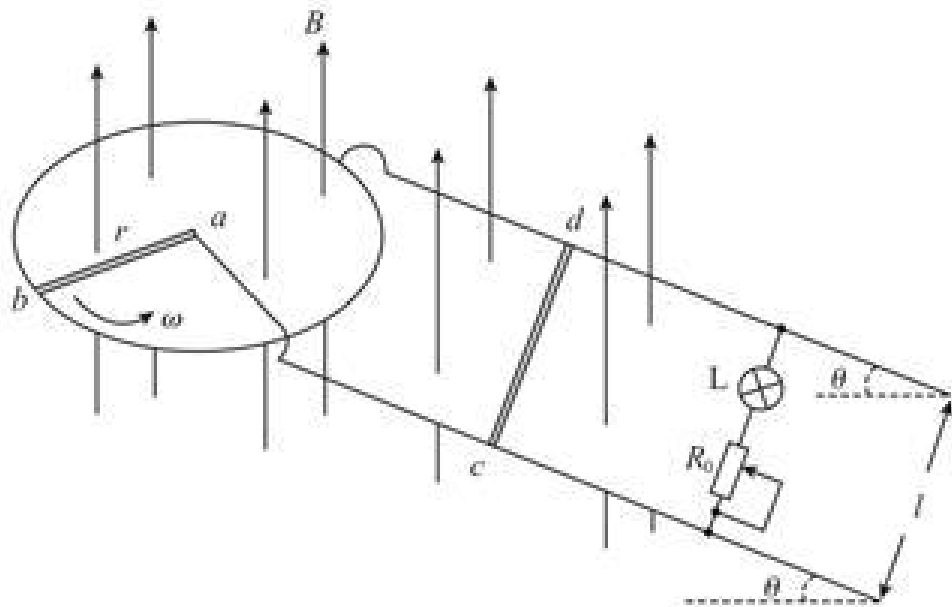
6. 如图所示，光滑且足够长的平行金属导轨 MN 、 PQ 固定在竖直平面内，两导轨间的距离为 L ，导轨间连接的定值电阻 R ，导轨上放一质量为 m 的金属杆 ab ，金属杆始终与导轨连接良好，杆的电阻 r ，其余电阻不计，整个装置处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场的方向垂直导轨平面向里。重力加速度 g ，现让金属杆从 AB 水平位置由静止释放，求：



金属杆的最大速度；

当金属杆的加速度是 a ，安培力的功率是多大？

7. 如图所示，一个半径为 r 的圆形金属导轨固定在水平面上，一根长为 r 的金属棒 ab 的 a 端位于圆心， b 端与导轨接触良好。从 a 端和圆形金属导轨分别引出两条导线与倾角为 θ 、间距为 l 的平行金属导轨相连。质量 m 、电阻 R_0 的金属棒 cd 垂直导轨放置在平行导轨上，并与导轨接触良好，且棒 cd 与两导轨间的动摩擦因数为 μ 。导轨间另一支路上有一规格为“ $2.5V, 0.5A$ ”的小灯泡 L 和一阻值范围为 $0 \sim R_0$ 的滑动变阻器。整个装置置于垂直向上的匀强磁场中，磁感应强度大小为 B 。金属棒 ab 、圆形金属导轨、平行导轨及导线的电阻不计，从上往下看金属棒 ab 做逆时针转动，角速度大小为 ω 。假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，已知 $\theta = 30^\circ$ ， $\mu = 0.5$ 。

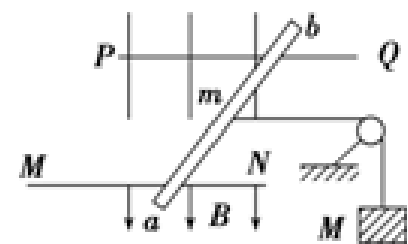


当 $\omega = 10 \text{ rad/s}$ 时，求金属棒 ab 中产生的感应电动势 E ，并指出哪端电势较高；

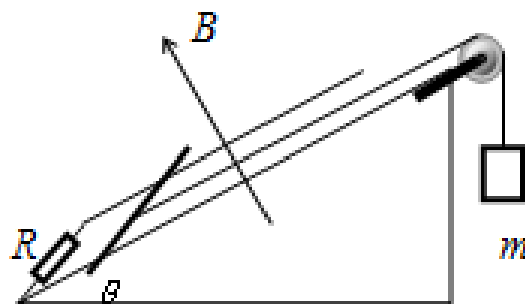
在小灯泡正常发光的情况下，求 ω 与滑动变阻器接入电路的阻值 R 间的关系；已知通过小灯泡的电流与金属棒 cd 是否滑动无关

在金属棒 cd 不发生滑动的情况下，要使小灯泡能正常发光，求 ω 的取值范围。

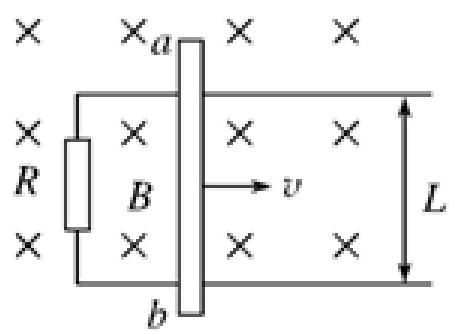
8. 如图所示， PQ 和 MN 为水平、平行放置的金属导轨，相距 $1m$ ，导体棒 ab 跨放在导轨上，导体棒的质量 $m = 0.1 \text{ kg}$ ，导体棒的中点用细绳经滑轮与物体相连，物体质量 $M = 0.2 \text{ kg}$ ，导体棒与导轨间的动摩擦因数 $\mu = 0.2$ 。匀强磁



场的磁感应强度 $B = 0.5 \text{ T}$ ，方向竖直向下，为了使物体匀速上升，应在导体棒中通入多大的电流？方向如何？

9. 如图所示，光滑平行导轨宽为 L ，导轨平面与水平方向有夹角 θ ，导轨的一端接有电阻 R 。导轨上有与导轨垂直的电阻也为 R 的轻质金属导线，质量不计，导线连着轻质细绳，细绳的另一端与质量为 m 的重物相连，细绳跨过无摩擦的滑轮。整个装置放在与导轨平面垂直的磁感应强度为 B 的匀强磁场中。重物由图示位置从静止释放，运动过程中金属导线与导轨保持良好的接触。导轨足够长，不计导轨的电阻。
- 
- 求：重物的最大速度
- 若重物从开始运动到获得最大速度的过程中下降了 h ，求此过程中电阻 R 上消耗的电能。

10. 如图所示，水平放置的平行金属导轨，相距 L ，左端接一电阻 R ，方向垂直于导轨平面的匀强磁场，磁感应强度为 B ，导体棒 ab 垂直放在导轨上，并能无摩擦地沿导轨滑动，导轨和导体棒的电阻均可忽略不计，当 ab 以速度 v 水平向右匀速滑动时，求：

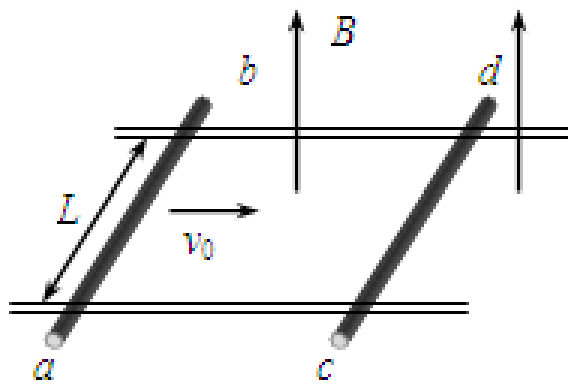


- 棒中感应电动势的大小，并指出 a 、 b 哪端电势高；
- 回路中感应电流的大小；
- 维持 ab 棒做匀速运动的水平外力的功率。

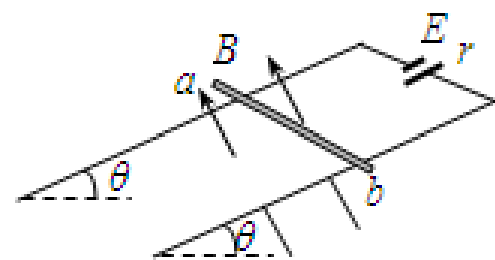
11. 如图所示，两根足够长的固定的平行金属导轨位于同一水平面内，两导轨间的距离为 L ，导轨上面横放着两根导体棒 ab 和 cd ，构成矩形回路，两根导体棒的质量皆为 m ，电阻皆为 R ，回路中其余部分的电阻可不计。在整个导轨平面内都有竖直向上的匀强磁场，磁感应强度为 B 。设两导体棒均可沿导轨无摩擦地滑行，开始时，棒 cd 静止，棒 ab 有指向棒 cd 的初速度 v_0 ，若两导体棒在运动中始终不接触，求：

在运动中产生的焦耳热最多是多少？

当 ab 棒的速度变为初速度的 $-1/2$ 时， cd 棒的加速度是多少？



12. 如图所示，两平行金属导轨间的距离为 L ，金属导轨所在的平面与水平面夹角为 θ ，在导轨所在平面内，分布着磁感应强度为 B ，方向垂直于导轨所在平面的匀强磁场。金属导轨的一端接有电动势为 E 、内阻为 r 的直流电源。现把一个质量为 m 的导体棒 ab 放在金属导轨上，导体棒恰好静止。导体棒与金属导轨垂直、且接触良好，导体棒与金属导轨接触的两点间的电阻为 R ，金属导轨电阻不计， g 取 10 m/s^2 ，求：



通过导体棒的电流；

导体棒受到的安培力；

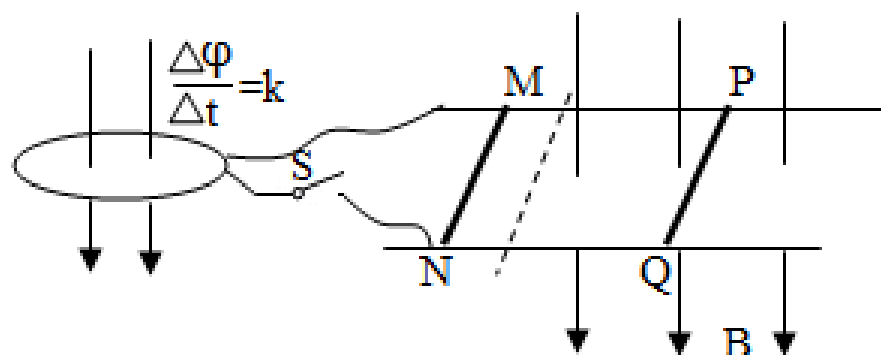
导体棒受到的摩擦力。

若将磁场方向改为竖直向上，要使金属杆继续保持静止，且不受摩擦力左右，求此时磁场磁感应强度 B 的大小？

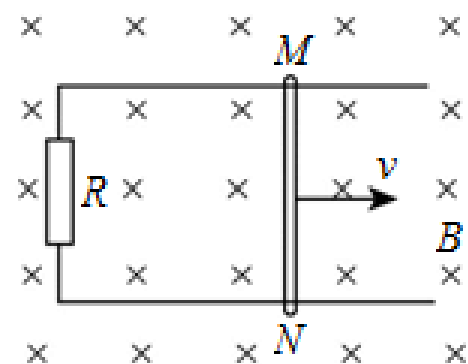
13. 如图所示，固定在水平面上间距为 l 的两条平行光滑金属导轨，垂直于导轨放置的两根金属棒 MN 和 PQ 长度也为 l 、电阻均为 R ，两棒与导轨始终接触良好。 MN 两端通过开关 S 与电阻为 R 的单匝金属线圈相连，线圈内存在竖直向下均匀增加的磁场，磁通量变化率为常量 k 。图中虚线右侧有垂直于导轨平面向下的匀强磁场，磁感应强度大小为 B 的质量为 m ，金属导轨足够长、电阻忽略不计。

闭合 S ，若使 PQ 保持静止，需在其上加多大的水平恒力 F ，并指出其方向；

断开 S ， PQ 在上述恒力作用下，由静止开始到速度大小为 v 的加速过程中流过 PQ 的电荷量为 q ，求该过程安培力做的功 W 。



14. 如图所示，足够长的平行光滑金属导轨水平放置，宽度为 l ，一端连接电阻 R 。导轨所在空间存在竖直向下的匀强磁场，磁感应强度为 B 。导体棒 MN 放在导轨上，其长度恰好等于导轨间距，与导轨接触良好。导轨和导体棒的电阻均可忽略不计。在平行于导轨的拉力 F 作用下，导体棒沿导轨向右匀速运动，速度为 v 。



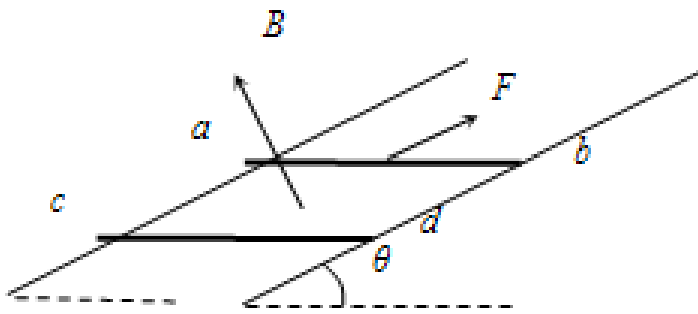
求：

感应电动势 E 和感应电流 I ；

在 t 时间内，拉力的冲量 I 的大小；

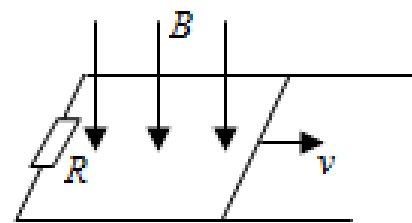
若将 MN 换为电阻 R 的导体棒，其它条件不变，求导体棒两端的电压 U 。

15. 如图所示，在与水平方向成 θ 角的平面内放置两条平行、光滑且足够长的金属轨道，其电阻可忽略不计。空间存在着匀强磁场，磁感应强度 B ，方向垂直轨道平面向上。导体棒 ab 、 cd 垂直于轨道放置，且与金属轨道接触良好构成闭合回路，每根导体棒的质量 m 、电阻 R ，金属轨道宽度 L 。现对导体棒 ab 施加平行于轨道向上的拉力，使之沿轨道匀速向上运动。在导体棒 ab 运动过程中，导体棒 cd 始终能静止在轨道上。 g 取 10 m/s^2 ，求：
- 导体棒 cd 受到的安培力大小；
- 导体棒 ab 运动的速度大小；



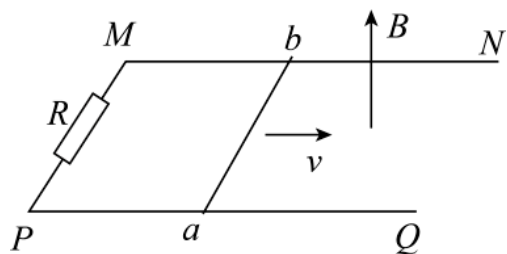
拉力对导体棒 ab 做功的功率。

16. 如图，两平行金属导轨位于同一水平面上，相距 L ，左端与一电阻 R 相连；整个系统置于匀强磁场中，磁感应强度大小为 B ，方向竖直向下。一质量为 m 的导体棒置于导轨上，在水平外力作用下沿导轨以速率 v 匀速向右滑动，滑动过程中始终保持与导轨垂直并接触良好，已知导体棒与导轨间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度大小为 g ，导轨和导体棒的电阻均可忽略。求：
- 电阻 R 消耗的功率；
- 水平外力的大小。



17. 如图所示，水平面上固定有两根相距 L 的足够长的光滑平行金属导轨 MN 和 PQ ，它们的电阻可忽略不计，在 M 和 P 之间有阻值为 R 的电阻，导体棒 ab 长 L ，其电阻为 r ，与导轨接触良好，整个装置处于方向竖直向上的匀强磁场中，磁感应强度 B ，现在在导体棒 ab 上施加一个水平向右的力 F ，使 ab 以 v 的

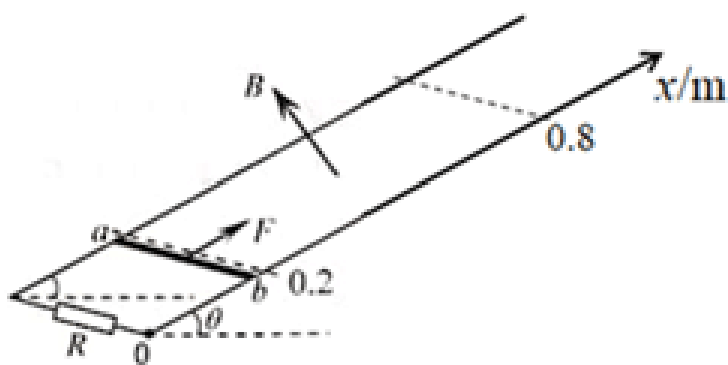
速度向右做匀速运动时，求：°



中电流的方向和感应电动势大小？

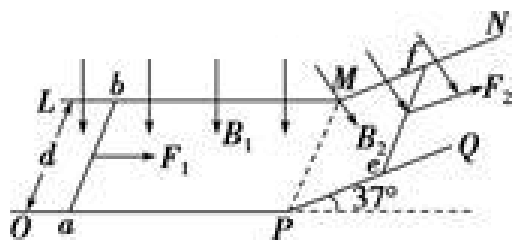
若定值电阻 ，导体棒的电阻 ， F 多大？

18. 如图所示，倾角 °、间距 的足够长金属导轨底端接有阻值 的电阻，质量 的金属棒 ab 垂直导轨放置，与导轨间的动摩擦因数 建立原点位于底端、方向沿导轨向上的坐标轴 x 。在 区间有垂直导轨平面向上的匀强磁场。从 时刻起，棒 ab 在沿 x 轴正方向的外力 F 作用下从 处由静止开始沿斜面向上运动，其速度与位移 x 满足 可导出 当棒 ab 运动至 处时，电阻 R 消耗的电功率 ，运动至 处时撤去外力 F ，此后棒 ab 将继续运动，最终返回至 处。棒 ab 始终保持与导轨垂直，不计其它电阻，求：提示：可以用 图象下的“面积”代表力 F 做的功
磁感应强度 B 的大小°
外力 F 随位移 x 变化的关系式； °



在棒 ab 整个运动过程中，电阻 R 产生的焦耳热 Q 。

19. 如图所示，两条相同的、阻值不计的“L”形金属导轨平行固定且相距 l 。水平部分 LM 、 OP 在同一水平面上且处于竖直向下的匀强磁场中，磁感应强度 B_1 ；倾斜部分 MN 、 PQ 与水平面成 37° 角，有垂直于轨道平面向下的匀强磁场，磁感应强度 B_2 。金属棒 ab 质量为 m 、电阻 R_1 ，金属棒 ef 质量为 $2m$ 、电阻为 R_2 。 ab 置于光滑水平导轨上， ef 置于动摩擦因数为 μ 的倾斜导轨上，两金属棒均与导轨垂直且接触良好。从 $t=0$ 时刻起， ab 棒在水平恒力 F_1 的作用下由静止开始向右运动， ef 棒在沿斜面向上的力 F_2 的作用下保持静止状态。当 ab 棒匀速运动时，撤去力 F_1 ，金属棒 ef 恰好不向上滑动。设定最大静摩擦力等于滑动摩擦力， ab 始终在水平导轨上运动，取 $g=10\text{ m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。

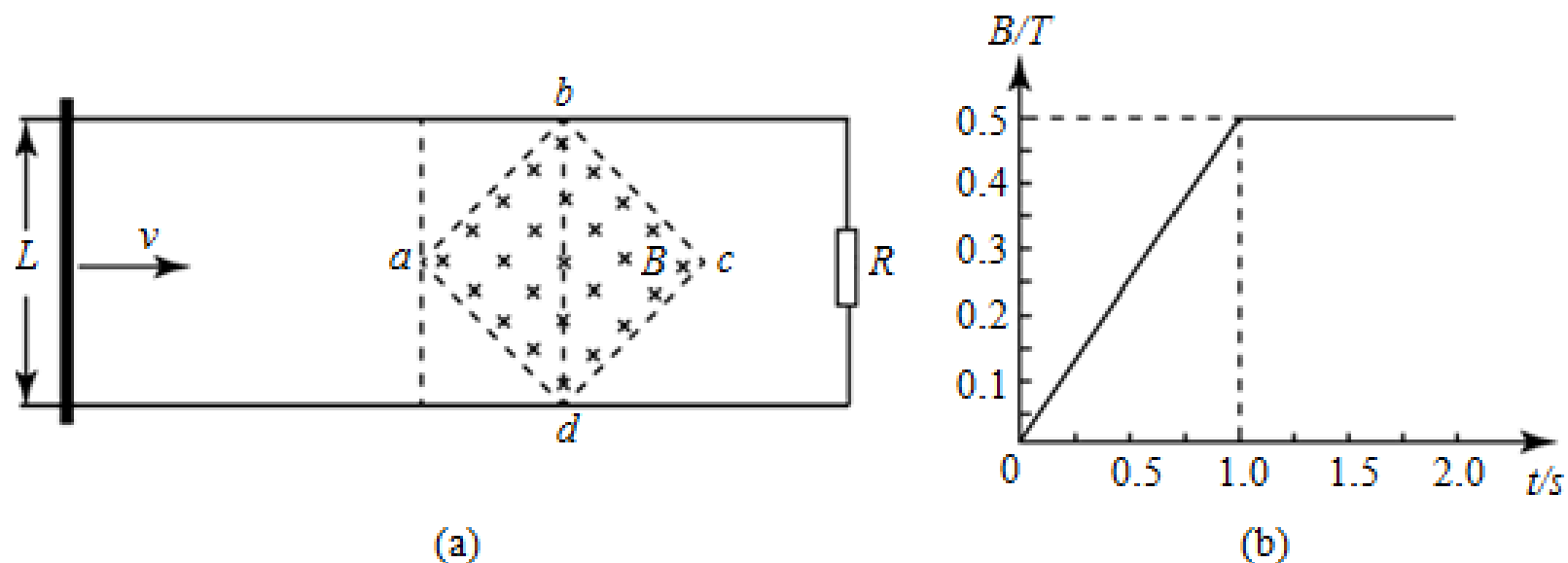


当金属棒 ab 匀速运动时，求其速度为多大；

求金属棒 ab 在运动过程中最大加速度的大小；

若金属棒 ab 从静止开始到匀速运动用时 t ，则此过程中金属棒 ef 产生的焦耳热为多少？

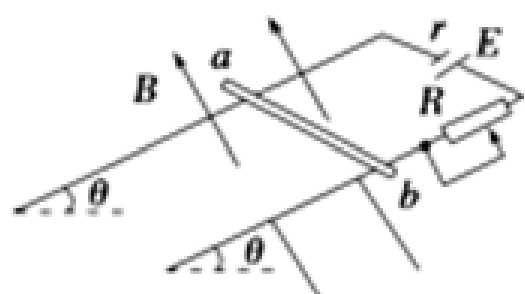
20. 如图所示，平行长直金属导轨水平放置，间距 l ，导轨右端接有阻值为 R 的电阻，导体棒垂直放置在导轨上，且接触良好。导体棒及导轨的电阻均不计。导轨间正方形区域 $abcd$ 内有方向竖直向下的匀强磁场， bd 连线与导轨垂直，长度也为 l 。从 0 时刻开始，磁感应强度 B 的大小随时间 t 变化，规律如图所示；同一时刻，棒从导轨左端开始向右匀速运动， 1 s 后刚好进入磁场，若使棒在导轨上始终以速度 v 做直线运动，求：



棒进入磁场前，回路中的电动势 E ；

棒在运动过程中受到的最大安培力 F ，以及棒通过三角形 abd 区域使电流 i 与时间 t 的关系式。

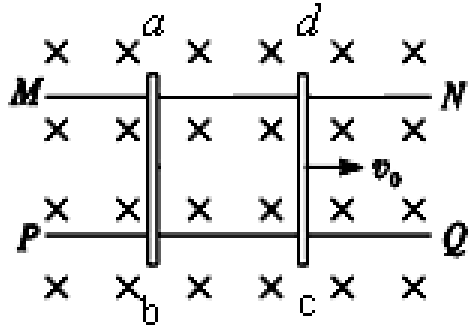
21. 如图所示，在倾角为 θ 的斜面上，固定一宽度为 L 的平行金属导轨，在导轨上端接入电源和滑动变阻器。电源电动势为 E ，内阻为 r ，一质量为 m 的金属棒 ab 与两导轨垂直并接触良好。整个装置处于磁感应强度为 B 、垂直于斜面向上的匀强磁场中。导轨与金属棒的电阻不计。金属导轨是光滑的，要保持金属棒在导轨上静止，求：



通过金属棒的电流的大小；

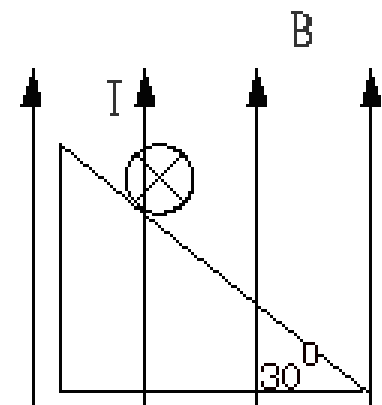
此时滑动变阻器 R 接入电路中的阻值大小。

22. 如图所示，两根平行金属导轨 MN 、 PQ 间的距离为 1m ，磁感应强度为 1T 的匀强磁场垂直于导轨平面向内，两根电阻均为 \dots 的金属杆 ab 、 cd 水平放在导轨上，导轨的电阻可以忽略不计。当 cd 杆以 \dots 的速率沿导轨水平向右匀速运动切割磁感线时， ab 杆始终静止在导轨上，求：

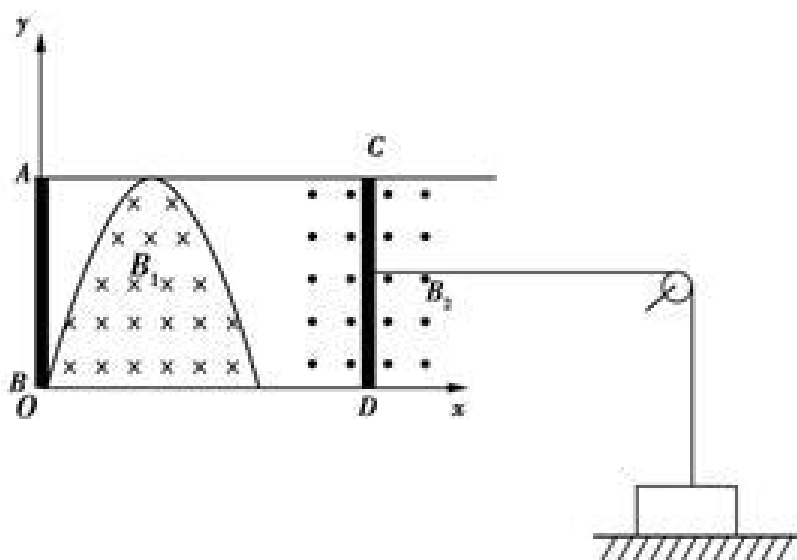


金属杆 cd 中感应电流的大小和方向。
 金属杆 ab 受到的静摩擦力的大小和方向。

23. 如图在倾角为 30° 的斜面上，水平固定一根 20cm 长的铜棒，将其两端用软导线与电源连接，铜棒中通有 5A 的电流，方向如图所示，如空间存在竖直向上的、磁感应强度为 4T 的匀强磁场，则铜棒受到的安培力的大小为多少？方向如何？



24. 如图所示，两平行长直金属导轨 不计电阻 水平放置，间距为 L 。有两根长度均为 L 、电阻均为 R 、质量均为 m 的导体棒 AB 、 CD 平放在金属导轨上。其中棒 CD 通过绝缘细绳、定滑轮与质量也为 m 的重物相连，重物放在水平地面上，开始时细绳伸直但无弹力，棒 CD 与导轨间的动摩擦因数为 μ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，忽略其他摩擦和其他阻力。导轨间有一方向竖直向下的匀强磁场 B_1 ，磁场区域的边界满足曲线方程： $y = \frac{L}{2} - \frac{x^2}{L}$ ，单位为 m 。 CD 棒处在竖直向上的匀强磁场 B_2 中。现从 $t = 0$ 时刻开始，使棒 AB 在外力 F 的作用下以速度 v 从与 y 轴重合处开始沿 x 轴正方向做匀速直线运动，在运动过程中 CD 棒始终处于静止状态。



求棒 AB 在运动过程中，外力 F 的最大功率

求棒 AB 通过磁场区域 的过程中，棒 CD 上产生的焦耳热

若棒 AB 在匀强磁场 中运动时，重物始终未离开地面，且满足： _____，

求重物所受支持力大小随时间变化的表达式。

25. 有一根长 _____ 的直导线，通有 _____ 的电流。将此直导线垂直磁场方向放入匀强磁场中，导线受到的安培力 _____，求：

该匀强磁场的磁感应强度 B 的大小；

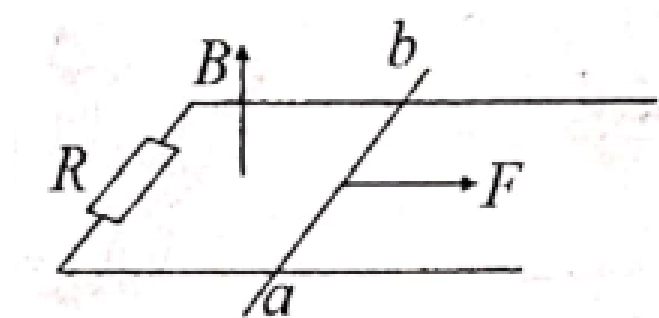
若将导线中的电流增大为 $I' = 10A$ ，而其他不变，则该导体受到的安培力 是多大？

26. 如图所示，水平放置的 U 形导轨足够长，置于方向竖直向上的匀强磁场中，磁感应强度大小为 _____，导轨宽度 _____，左侧与 _____ 的定值电阻连接。右侧有导体棒 ab 跨放在导轨上，导体棒 ab 质量 _____，电阻 _____，与导轨的动摩擦因数 _____，其余电阻可忽略不计。导体棒 ab 在大小为 $10N$ 的水平外力 F 作用下，由静止开始运动了 _____ 后，速度达到最大，取 _____ 求：

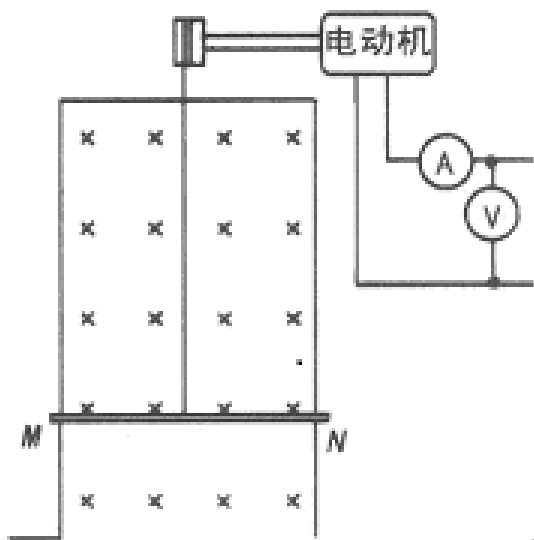
导体棒 ab 运动的最大速度是多少？

当导体棒 ab 的速度 _____ 时，导体棒 ab 的加速度是多少？

导体棒 ab 由静止达到最大速度的过程中，电阻 R 上产生的热量是多少？



27. 如图所示，电动机牵引一根原来静止的、长 L 为 1m 、质量 m 为 _____ 的导体棒 MN 上升，导体棒的电阻 R 为 _____，架在竖直放置的框架上，它们处于磁感应强度 B 为 1T 的匀强磁场中，磁场方向与框架平面垂直。当导体棒上升 _____ 时，获得稳定的速度，导体棒上产生的热量为 2J ，电动机牵引棒时，电压表、电流表的读数分别为 7V 、 1A ，电动机内阻 r 为 _____，不计框架电阻及一切摩擦，求：



电动机的输出功率；

棒能达到的稳定速度；

导体棒从静止开始运动到获得稳定速度的过程中通过导体棒的电量；

棒从静止至达到稳定速度所需要的时间。

答案和解析

1. 【答案】解： 根据动生电动势公式得：°

$$V, °$$

故感应电流为： - - ; °

金属棒匀速运动过程中，所受的安培力大小为：°

安

因为是匀速直线运动，所以导体棒所受拉力为：°

安

导体棒两端电压为：°



【解析】本题考查了切割产生的感应电动势和闭合电路欧姆定律的综合运用，知道导体棒两端的电压不是内电压，而是电源的外电压。°

根据切割产生的感应电动势公式求出感应电动势的大小，结合闭合电路欧姆定律求出感应电流；°

根据导体棒所受的安培力及平衡条件，得出拉力的大小；°

根据闭合电路欧姆定律求出感应电流的大小，结合部分电路欧姆定律求出导体棒两端的电压。°

2. 【答案】解： 由安培力 $F_{安}$ ， - ， ， 则 $F_{安}$ ——

导体棒匀速下滑时，由力平衡得：°

$$° \quad °$$

安

代入得： ° —— °

代入数据解得：

设导体棒由静止开始沿框架下滑到刚开始匀速运动下滑的距离为 S ，°

通过导体棒截面的电量 ， °

又 $W_{安}$ ， $W_{拉}$ ， °

联立以上三式得： —— ——

得： —— ——

根据能量守恒定律，得：°

$$° \quad - \quad °$$

得： ° - ° -

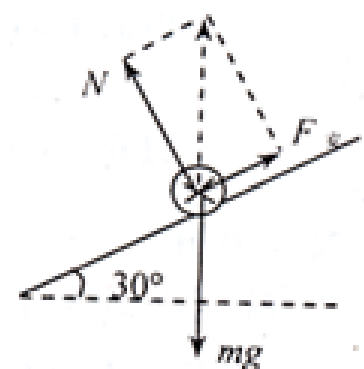
根据功能关系可知，导体棒的电阻消耗的电功为：

【解析】 本题是电磁感应与力学的综合题，涉及到电路、磁场、电磁感应和力学多方面知识，其中安培力的分析和计算，以及感应电量的推导是两个关键。这类题型是高考的热点。

导体棒匀速运动下滑时，受到重力、支持力、滑动摩擦力、安培力而平衡，推导出安培力与速度关系式，由平衡条件求出速度。

根据法拉第电磁感应定律、欧姆定律推出电量与距离的关系，由电量求出导体棒下滑的距离 S ，再根据能量守恒求解电功。

3. 【答案】 解： 作出金属棒的受力图，如图：



则有：

根据安培力公式有：

得：

设变阻器接入电路的阻值为 R ，根据闭合电路欧姆有：

计算得出：

答：

金属棒所受到的安培力大小为 ；

滑动变阻器 R 接入电路中的阻值为 。

【解析】 导体棒受重力、支持力和安培力而平衡，根据平衡条件求解安培力，根据公式 求解金属棒的电流的大小；

根据闭合电路欧姆定律列式求解变阻器 R 接入电路中的阻值大小。

本题考查应用平衡条件解决磁场中导体的平衡问题，关键在于安培力的分析和计算，比较容易。在匀强磁场中，当通电导体与磁场垂直时，安培力大小 ，方向由左手定则判断。

4. 【答案】 解： 内杆 ab 运动的位移为： ，

根据法拉第电磁感应定律得：

末金属杆的速度为：

安培力为：

根据牛顿第二定律得：

解得：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/245342240331011113>