仿真模拟卷（五）

**一、选择题Ⅰ（本题共13小题，每小题3分，共39分．每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，不选、多选、错选均不得分）**

1．2018年第26届国际计量大会召开，决定7个基本单位全部由基本常量来定义，这将对科学和技术产生深远影响。下列物理量中，用国际单位制基本单位表示正确的是（　　）

A．冲量N•s B．磁通量

C．电场强度 D．自感系数

【解答】解：A、冲量的单位用N•s来表示时，其中的N是导出单位，不是基本单位，故A错误；

B、磁通量的单位用来表示时，其中的kg、m、s和A都是基本单位，故B正确；

C、电场强度的单位用来表示时，其中的C是电量的单位，C是导出单位，不是基本单位，故C错误；

D、自感系数，其中的g是质量的常用单位，不是基本单位，故D错误。

故选：B。

2．下列有关物理学史的表述正确的是（　　）

A．牛顿最早利用实验与推理相结合的方法得出力不是维持运动的原因

B．开普勒提出了行星运动的三大定律

C．亚里士多德认为物体下落的快慢与它的轻重无关

D．伽利略利用实验直接得出自由落体运动是匀加速直线运动

【解答】解：A、伽利略最早利用实验与推理相结合的方法得出力不是维持运动的原因，故A错误；

B、开普勒提出了行星运动的三大定律，故B正确；

C、亚里士多德认为物体下落的快慢与它的轻重有关，故C错误；

D、伽利略研究铜球在较小倾角斜面上的运动，发现铜球做匀加速直线运动，且铜球加速度随斜面倾角的增大而增大，他对大倾角斜面进行合理的外推，得出自由落体运动是匀加速直线运动，故D错误。

故选：B。

3．如图所示，某健身爱好者手拉着轻绳，在粗糙的水平地面上缓慢地移动，保持绳索始终平行于地面。为了锻炼自己的臂力和腿部力量，可以在O点悬挂不同的重物C，则（　　）



A．若健身者缓慢向右移动，绳OA的拉力变小

B．若健身者缓慢向左移动，绳OB的拉力变小

C．若健身者缓慢向右移动，绳OA、OB拉力的合力变大

D．若健身者缓慢向左移动，健身者与地面间的摩擦力变大

【解答】解：设OA的拉力为FA，OB的拉力为FB，重物C的质量为m，因O点始终处于平衡状态，

根据平衡条件有：FAcosθ﹣mg＝0，FAsinθ﹣FB＝0，

解得：FA，FB＝mgtanθ；

A、当健身者缓慢向右移动时，θ角变大，则FA、FB均变大，故A错误；

BD、当健身者缓慢向左移动时，θ角变小，则FA、FB均变小，因为健身者所受到的摩擦力与OB绳拉力相等，故健身者与地面间的摩擦力变小，故B正确，D错误；

C、不论健身者向哪个方向移动，绳OA、OB拉力的合力一定等于重物C的重力mg，保持不变，故C错误。

故选：B。

4．2018年10月24日港珠澳大桥正式通车运营，港珠澳大桥是“一国两制”框架下粤港澳三地首次合作建设的世界级超大型跨海交通工程。一辆汽车由引桥驶上大桥，开始加速通过大桥，汽车加速的过程可看作是匀变速直线运动，其运动的t图像如图所示（x为位移）。下列判断正确的是（　　）



A．阴影部分的面积表示t0～t0时间内汽车通过的位移

B．汽车运动的初速度大小为b

C．汽车运动的加速度大小为

D．0～t0时间内，汽车的平均速度大小为2b

【解答】解：A、根据平均速度等于位移与时间之比，知，可知t图像是平均速度﹣时间图像，根据xt•t可知，图像上任一点纵坐标与横坐标的乘积表示位移，阴影部分的面积不表示t0～t0时间内汽车通过的位移，故A错误；

B、根据匀变速直线运动的位移﹣时间公式x＝v0t变形得：v0，结合图像的信息可知，汽车运动的初速度大小v0＝b，故B正确；

C、根据v0可知，图像的斜率k，可得汽车运动的加速度大小为a，故C错误；

D、根据可知，t图像的纵坐标表示平均速度，所以，0～t0时间内，汽车的平均速度大小为3b，故D错误。

故选：B。

5．如图所示，在xOy坐标系中以O为中心的椭圆上有A、B、C、D、E五个点，其中A、B、D、E为椭圆的四个顶点，在其一个焦点P上放一正点电荷，下列说法正确的是（　　）



A．B、E两点电场强度相同

B．A点电势比D点电势高

C．同一正试探电荷在D点处的电势能比在C点大

D．将一负试探电荷由B沿BCDE移到E点的过程中，电场力的总功不为零

【解答】解：A、由电场线的分布情况和对称性可分析B、E两点电场强度大小相同，但方向不同，所以电场强度不同，故A错误；

B、A点到正电荷的距离小于D点到正电荷的距离，则A点的电势高于D点的电势，故B正确；

C、C点到正电荷的距离小于D点到正电荷的距离，D点的电势低于C点电势，而正电荷在电势高处电势能大，则正电荷在D点时的电势能小于在C点的电势能，故C错误；

D、负点电荷由B沿BCDE移到E点，B、E两点电势相等，所以总功为零，故D错误。

故选：B。

6．下列表述正确的是（　　）

A．伽利略在研究自由落体运动时采用了微量放大的方法

B．用点电荷来代替实际带电体是采用了理想模型的方法

C．在探究求分力和合力关系的实验中使用了理想实验的方法

D．法拉第在研究电磁感应现象时利用了控制变量的方法

【解答】解：A、伽利略在研究自由落体运动时运用实验和逻辑推理相结合的方法。故A错误。

B、点电荷是理想化的物理模型，是对实际带电体的简化。故B正确。

C、在探究求合力方法的实验中使用了等效替代的方法。故C错误。

D、法拉第在研究电磁感应现象时，对所做的实验进行归纳总结，得出结论。采用的是归纳法。故D错误。

故选：B。

7．2011年11月3日，中国自行研制的神舟八号飞船与天宫一号实现自动对接。假设神舟八号在圆轨道做匀速圆周运动时，离地面高度为H，地球表面重力加速度为g，地球半径为R，则神舟八号的运行速度大小为（　　）



A． B． C． D．

【解答】解：神舟八号飞船离地面H高度的圆轨道运行，根据万有引力提供向心力可知，m

解得神舟八号的运行速度为：v

在地球表面上，有m′g＝G，得GM＝gR2

联立解得：v，故ABC错误，D正确。

故选：D。

8．如图所示为一种质谱仪的示意图，该质谱仪由速度选择器、静电分析器和磁分析器组成。若速度选择器中电场强度大小为E1，磁感应强度大小为B1、方向垂直纸面向里，静电分析器通道中心线为圆弧，圆弧的半径（OP）为R，通道内有均匀辐射的电场，在中心线处的电场强度大小为E，磁分析器中有范围足够大的有界匀强磁场，磁感应强度大小为B、方向垂直于纸面向外。一带电粒子以速度v沿直线经过速度选择器后沿中心线通过静电分析器，由P点垂直边界进入磁分析器，最终打到胶片上的Q点，不计粒子重力。下列说法正确的是（　　）



A．速度选择器的极板P1的电势比极板P2的低

B．粒子的速度

C．粒子的比荷为

D．P、Q两点间的距离为

【解答】解：A、由图可知，粒子在磁分析器内向左偏转，进入磁场时受到的洛伦兹力方向向左，由左手定则可知，该粒子带正电；

粒子在速度选择器内向右运动，根据左手定则可知，粒子受到的洛伦兹力的方向向上；由于粒子匀速穿过速度选择器，所以粒子受到的电场力得方向向下，则电场的方向向下，P1的电势板比极板P2的高。故A错误。

B、粒子在速度选择器内受力平衡，则：qE1＝qvB1，可得：v．故B错误；

C、粒子在静电分析器内受到的电场力提供向心力，则：qE＝m

联立可得粒子的比荷：．故C正确；

D、粒子在磁分析器内做匀速圆周运动，由洛伦兹力提供向心力，则：qvB＝m

P、Q之间的距离为 S＝2r，联立可得：S．故C正确，D错误

故选：C。

9．如图所示，自行车的大齿轮与小齿轮通过链条相连，而后轮与小齿轮是绕共同的轴转动的。设大齿轮、小齿轮和后轮的半径分别为RA、RB和RC，其半径之比为RA：RB：RC＝3：1：6，在它们的边缘分别取一点A、B、C，下列说法正确的是（　　）



A．线速度大小之比为2：2：3

B．角速度之比为2：3：1

C．转速之比为3：2：1

D．向心加速度大小之比为1：3：18

【解答】解：A、大齿轮与小齿轮是链条传动，边缘点线速度相等，故：vA：vB＝1：1，小齿轮与后轮是同轴传动，角速度相等，所以ωB：ωC＝1：1，B、C两点的半径分别为r和6r，据v＝ωr知，B、C两点的线速度之比为1：6，故线速度之比为1：1：6，故A错误；

B、由于大齿轮与小齿轮半径不同和ω可知，A、B的角速度之比：ωA：ωB＝rB：rA＝1：3，小齿轮与后轮是同轴传动，角速度相等，则角速度之比为1：3：3，故B错误；

C、根据知转速和角速度成正比，角速度之比为1：3：3，则转速之比为1：3：3，故C错误；

D、A与B的线速度相等，由a，则A与B的向心加速度之比：aA：aB＝rB：rA＝1：3，B与C的角速度相等，由a＝ω2r可知B、C两点的向心加速度之比为1：6，则向心加速度大小之比为1：3：18，故D正确。

故选：D。

10．a、b两种单色光的光子能量之比为2：1，则a、b两种光（　　）

A．动量之比为2：1

B．若都能使某种金属发生光电效应，则所发生的光电子最大初动能之比为2：1

C．入射到同一双缝干涉装置上，则干涉条纹间距之比为2：1

D．从玻璃入射到空气中，两种光的临界角之比为2：1

【解答】解：光子的能量：ɛ＝hν，所以两种光子能量分别为ɛa和ɛb，且，则：

A、光子的动量：

所以：，故A正确；

B、根据光电效应方程可知，光电子的最大初动能：Ekm＝hν﹣W，其中W为金属的逸出功；

由于Eka＝hνa﹣W，Ekb＝hνb﹣W

则：，故B错误；

C、光子的波长：λ

双缝干涉装置上相邻亮条纹的间距：

所以：，故C错误；

D、二者的频率之比为2：1，但二者的折射率之比不一定等于2：1，临界角满足：sinC，可知如果光从玻璃入射到空气中，两种光的临界角之比不一定对Ca：Cb＝1：2，故D错误。

故选：A。

11．如图所示，轻弹簧直立在地面上，小球在弹簧正上方由静止释放，在小球向下运动过程中，球在（　　）



A．与弹簧接触时，重力的功率最大

B．小球重力与弹力相等时，重力的功率最大

C．最低点时，小球的加速度最小

D．重力势能越小时，小球和弹簧组成的系统机械能最小

【解答】解：AB、根据P＝mgv，可知小球速度最大时，重力的功率最大，当小球重力与弹力相等时，加速度为0，此时速度最大，重力的功率最大，故B正确，A错误；

C、当小球重力与弹力相等时，加速度为0最小，故C错误；

D、小球运动过程中，小球和弹簧组成的系统机械能守恒，故D错误；

故选：B。

12．如图（甲）所示，长2m的木板Q静止在某水平面上，t＝0时刻，可视为质点的小物块P以水平向右的某一初速度从Q的左端向右滑行，P、Q的速度﹣时间图象见图（乙），其中a、b分别是0﹣1s内P、Q的速度﹣时间图线，c是1s﹣2s内P、Q共同的速度﹣时间图线。已知P、Q的质量均是1kg，g取10m/s2，则以下判断正确的是（　　）



A．P、Q系统在相互作用的过程中动量不守恒

B．在0﹣2 s内，摩擦力对Q的冲量是2N•s

C．P、Q之间的动摩擦因数为0.1

D．P相对Q静止的位置在Q木板的右端

【解答】解：A、P与Q组成的系统在速度相等以后做匀速运动，说明地面摩擦力为零，故相互作用的过程系统所受的外力之和为零，系统动量守恒，故A错误。

B、从图象可知，0∼2s内对Q，先做匀加速直线运动，再做匀速直线运动，在1∼2s内无摩擦力，根据动量定理，摩擦力的冲量等于动量的变化，

所以：I＝Mv﹣0＝1N•s，故B错误。

C、P从速度为2m/s减为1m/s所需的时间为1s，则，

又：，

代入数据解得：μ＝0.1，故C正确。

D、在t＝1s时，P、Q相对静止，一起做匀速直线运动，在0∼1s内，P的位移：，

Q的位移：

△x＝x1﹣x2＝1m＜2m，可知P与Q相对静止时不在木板的右端，故D错误。

故选：C。

13．一列沿x轴传播的简谐横波，在t＝0时的波形如图甲所示，P、Q是波上的两个质点，此时质点P沿y轴负方向运动。图乙是波上某一质点的振动图像。下列说法中正确的是（　　）



A．该波沿x轴负方向传播

B．图2乙可能为Q点的振动图像

C．t＝0.10s时，质点P沿y轴正方向运动

D．该波的波速为80m/s

【解答】解：A、已知条件知道P点沿y轴负方向运动，根据同侧法可知波向x轴正方向传播。故A错误；

B、根据同测法可知，Q点在0时刻沿y轴正方向运动，所以乙图不是Q点的振动图像，故B错误；

C、根据振动图可知周期是0.2s，所以0.1s是经历了半个周期，P点在平衡位置下方沿y轴正方向运动，故C正确；

D、根据图像可以找到波长是8m，周期是0.2s，所以波速vm/s＝40m/s，故D错误。

故选：C。

**二、选择题Ⅱ（本题共3小题，每小题2分，共6分．每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的．全部选对的得2分，选对但选不全的得1分，有选错的得0分）**

14．正在运转的机器，当其飞轮以角速度ω0匀速转动时，机器的振动不强烈，切断电源，飞轮的转动逐渐慢下来，在某一小段时间内机器却发生了强烈的振动，此后飞轮转速继续变慢，机器的振动也随之减弱，在机器停下来之后若重新启动机器，使飞轮转动的角速度从0较缓慢地增大到ω0，在这一过程中（　　）

A．机器一定不会发生强烈的振动

B．机器一定还会发生强烈的振动

C．若机器发生强烈振动，强烈振动可能发生在飞轮角速度为ω0时

D．若机器发生强烈振动，强烈振动时飞轮的角速度肯定不为ω0

【解答】解：AB、飞轮以角速度ω0转动逐渐慢下来，在某一小段时间内机器却发生了强烈的振动，说明此过程机器的固有频率与驱动频率相等达到了共振，当飞轮转动的角速度从0较缓慢地增大到ω0，在这一过程中，一定会出现机器的固有频率与驱动频率相等即达到共振的现象，机器一定还会发生强烈的振动，故选项A错误，B正确；

CD、由已知当机器的飞轮以角速度ω0匀速转动时，其振动不强烈，则机器若发生强烈振动，强烈振动时飞轮的角速度肯定不为ω0，故选项C错误，D正确。

故选：BD。

15．太阳内部的核反应非常复杂，我们将其简化为氢转变为氦，即质子和电子结合成一个α粒子，同时放出质量可视为零的两个中微子ve。已知电子质量me＝9.1×10﹣31kg＝0.5MeV/c2，质子质量mP＝1.67×10﹣27kg＝939.4MeV/c2，α粒子质量mα＝3738.8MeV/c2（c为光速），太阳辐射的总功率P0＝4×1026W，太阳质量M0＝2×1030kg（其中氢约占70%），则（　　）

A．太阳内部核聚变反应式为

B．α粒子的动能小于19.8MeV

C．α粒子和中微子的动量之和小于质子和电子的动量之和

D．若太阳中现有氢的10%发生聚变，大约需要1.6×1017s

【解答】解：A．太阳内部的核聚变反应式为

故A错误；

B．一次核反应，质量亏损为

此能量转化为α粒子和中微子（约0.5MeV）的能量，所以α粒子的动能小于19.8MeV，故B正确；

C．核反应满足动量守恒，故C错误；

D．核反应中释放的能量

根据公式

故D正确。

故选：BD。

16．一台小型发电机产生的电动势随时间变化的正弦规律图象如图甲所示。已知发电机线圈内阻为10.0Ω，现外接一只电阻为100.0Ω的灯泡，如图乙所示，则（　　）



A．理想电压表V的示数为200V

B．电路中的电流方向每秒钟改变100次

C．灯泡实际消耗的功率为200W

D．0到0.005s内通过灯泡的电荷量为10﹣2C

【解答】解：A、由Em＝220V，则电动势的有效值为：EV＝220V，电压表示数为：U220V＝200V．故A正确；

B、周期T＝0.02s，每个周期交流电方向改变两次，则1s内电流方向改变的次数为：n＝2100次。故B正确。

C、灯泡实际消耗的功率为：P400W；故C错误；

D、产生的平均感应电动势为：，

在0﹣0.005s内流过的电荷量为：q

产生的感应电动势的最大值为：Em＝NBSω

ω

联立解得：q10﹣2C，故D正确

故选：ABD。

### 三、非选择题（本题共7小题，共55分）

17．某同学设计了一个“探究加速度a与物体所受合力F及质量m关系”的实验，图甲为实验装置简图。



（1）该实验应采用 　控制变量　法，在探究加速度a与物体质量m关系时，应保持 　砂和砂桶质量　不变（选填“砂和砂桶质量”或“小车质量”），同时实验还要求砂和砂桶质量 　远小于　小车质量（选填“远大于”或“远小于”）。

图乙为某次实验用打点计时器测得的纸带，已知交流电的频率为50Hz，根据纸带可求出小车的加速度大小为 　3.2　m/s2．（保留两位有效数字）

（2）在利用打点计时器和小车来做“探究加速度a跟F、m之间关系”的实验时，下列说法中正确的是 　AC

A．连接砝码盘和小车的细绳应跟长木板保持平行

B．平衡摩擦力时，应将砝码盘及盘内砝码通过定滑轮拴在小车上

C．小车释放前应靠近打点计时器，且应先接通电源再释放小车

D．平衡摩擦力后，若改变小车和砝码的总质量后需要重新平衡摩擦力

（3）某同学在探究加速度与力的关系时，根据测量数据作出的a一F图线，如图丙所示。则实验存在的问题是 　平衡摩擦力时木板倾角过大或平衡摩擦力过度　。

【解答】解：（1）探究加速度a与物体所受合力F及质量m关系需采用控制变量法进行实验。

在探究加速度a与物体质量m关系时，应保持砂和砂桶的质量的不变。为了保证砂和砂桶的重力等于绳子的拉力，要求砂和砂桶质量远小于小车质量。

根据△x＝aT2，运用逐差法得，a3.2m/s2。

（2）A、细线的拉力等于小车所受的合力，连接砝码盘和小车的细绳应跟长木板保持平行，且需要平衡摩擦力，故A正确。

B、平衡摩擦力时，不能将砝码盘及盘内砝码通过定滑轮拴在小车上，故B错误。

C、小车释放前应靠近打点计时器，且应先接通电源再释放小车，故C正确。

D、平衡摩擦力后，若改变小车和砝码的总质量后，不需要重新平衡摩擦力，故D错误。

故选：AC。

（3）由a一F图线可知，F＝0时，加速度a不为零，可知平衡摩擦力时木板倾角过大。

故答案为：（1）控制变量，砂和砂桶，远小于，3.2；（2）AC；（3）平衡摩擦力时木板倾角过大或平衡摩擦力过度。

18．在“利用打点计时器研究物体加速度”的实验中，打点计时器连接在50Hz的交流电源上。将纸带上按相邻两个计数点裁剪好，并分成a、b、c、d、e五段，且a段纸带就是从第一个计数点开始裁剪的。将这五段纸带由长到短紧靠粘在xOy坐标系中，如图所示，已知每两个计数点间还有一个计时点没有画出。

（1）根据图象可知纸带做 　匀减速　（选填“匀加速“或“匀减速”）直线运动。

（2）从第一个计数点开始计时，为求出0.14s时刻纸带的瞬时速度，需要测出 　d　（选填“a”“b”“c”“d”或“e”中的一个）段纸带的长度。

（3）若测得a段纸带的长度为4.24cm，d段纸带的长度为2.80cm，则可求出纸带加速度的大小为 　3.00　m/s2。（结果保留三位有效数字）



【解答】解：（1）纸带剪接后，水平方向每条宽度相同，正好与时间对应，竖直长度为相邻相等时间的位移，由于Δx＝aT2，纸带长度差相等，变化规律恰好与速度一样。图线可看作v﹣t图象，即速度均匀减少，匀减速运动。

（2）已知每两个计数点间还有一个计时点没有画出，所以相邻两个计数点间时间间隔T＝0.04s。

依据平均速度等于这段纸带中间时刻的速度，求0.14s的速度，即求0.12～0.16s内的平均速度，0.12～0.16s内的位移恰好是纸带d段对应的长度。

（3）利用Δx＝aT2，即xm﹣xn＝（m﹣n）aT2，有am/s2＝﹣3.00m/s2。负号表示加速度方向与速度方向相反。

 故答案为：（1）匀减速；（2）d；（3）3.00

19．某同学欲将电流表改装成电压表，需要测量电流表的内阻，可供选择的实验器材有：

A．待测电流表G1；

B．标准电流表G2（G2的量程大于G1的量程）；

C．电阻箱R′；

D．滑动变阻器R；

E．电池组、导线、开关。



（1）采用如图甲所示的电路测定电流表内阻时，该同学的实验步骤为：

①按电路图甲接好电路，将滑动变阻器R调至最大；

②闭合S1，断开S2，　调节滑动变阻器R　，使电流表G1表头指针满偏；

③再闭合S2，保持滑动变阻器R不变，调节电阻箱R′，使表头指针半偏。此时电阻箱R′的示数可近似看做电流表的内阻。

（2）用上述方法得到的电流表G1的内阻，测量值与真实值相比 　偏小　。

（3）为了使测量更准确，仍利用上述可供选择的实验器材重新设计实验，从设计原理上消除上述实验中的系统误差，请你在图乙中完成实验电路图。

（4）使用重新设计的实验电路的测量数据，写出电流表G1内阻表达式Rg＝　　，说明表达式中各测量值的意义：　I1为G1的示数，I2为G2的示数，R′为电阻箱电阻　。

【解答】解：（1）②此题考查半偏法测电流表的内阻，先调节滑动变阻器R使电流表满偏；

（2）电流表半偏时，滑动变阻器的滑片未动，再闭合S2时，可以近似认为总电阻未变，这样电阻箱的电流与电流表均为，则电阻相等。但实际上再闭合S2时，电路的总电阻变小，电流变大，总电流略大于Ig，此时电流表半偏时，通过电阻箱的电流大于，那么电阻箱的电阻小于Rg，即测量值偏小；

（3）由于是近似认为总电流未变才出现的误差，而实验器材中恰有电流表G2未用，所以可以用G2监测总电流。所以电路图如图所示；



（4）根据串联并联电路的关系可求得Rg。式中各字母的意义是：I1为G1的示数，I2为G2的示数，R′为电阻箱电阻。

故答案为：（1）调节滑动变阻器R；（2）偏小；（3）如图所示；（4）、I1为G1的示数，I2为G2的示数，R′为电阻箱电阻

20．如图所示，质量为M＝1kg，长为L＝0.5m的木板A上放置一质量为m＝0.5kg的物体B，A平放在光滑桌面上，B位于A中点处，B与A之间的动摩擦因数为μ＝0.1，B与A间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力（B可看做质点，重力加速度g取10m/s2）。求：

（1）要用多大力拉A，才能使A从B下方抽出？

（2）当拉力为3.5N时，经过多长时间A从B下方抽出？



【解答】解：（1）当拉力较小时，A和B可以相对静止一起向右做加速运动，此时A、B之间是静摩擦力，

对整体有：F＝（M+m）a

而隔离B有：f＝ma

当静摩擦力达到最大静摩擦力时，是两者将发生相对滑动的临界状态，令f＝μmg

联立得：F＝1.5 N，

则要用大于1.5 N的力拉A，才能使A从B下方抽出。

（2）当拉力为3.5N时，对A，由牛顿第二运动定律有：

F′﹣μmg＝MaA

得：aA＝3 m/s2

B的加速度为：aB＝μg＝1 m/s2

设经过时间t，A从B下方抽出，则根据几何关系得：aAt2aBt2

联立解得：t＝0.5 s

答：（1）要用1.5N的力拉A，才能使A从B下方抽出。

（2）当拉力为3.5N时，经过0.5sA从B下方抽出。

21．某游乐场的游乐装置可简化为如图所示的竖直面内轨道BCDE，左侧为半径R＝0.8m的光滑圆弧轨道BC，轨道的上端点B和圆心O的连线与水平方向的夹角α＝30°，下端点C与粗糙水平轨道CD相切，DE为倾角θ＝30°的光滑倾斜轨道，一轻质弹簧上端固定在E点处的挡板上．现有质量为m＝1kg的小滑块P（可视为质点）从空中的A点以v0m/s的初速度水平向左抛出，恰好从B点沿轨道切线方向进入轨道，沿着圆弧轨道运动到C点之后继续沿水平轨道CD滑动，经过D点（不计经过D点时的能量损失）后沿倾斜轨道向上运动至F点（图中未标出），弹簧恰好压缩至最短．已知C、D之间和D、F之间距离都为1m，滑块与轨道CD间的动摩擦因数为μ＝0.5，不计空气阻力．求：

（1）小滑块P经过圆弧轨道上B点的速度大小；

（2）小滑块P到达圆弧轨道上的C点时对轨道压力的大小；

（3）弹簧的弹性势能的最大值；

（4）试判断滑块返回时能否从B点离开，如能求出飞出B点的速度大小；若不能，判断滑块最后位于何处．



【解答】解：（1）设滑块P经过B点的速度大小为vB，如图所示，则：v0＝vBsin30°

代入数据解得：

（2）滑块P从B点到达最低点C点的过程中，由机械能守恒定律得：

代入数据解得：vC＝4m/s

滑块经过C点时设受轨道的支持力大小为FN，由牛顿第二定律得：

代入数据解得：FN＝50N

由牛顿第三定律可知，滑块对轨道的压力大小：F压＝FN＝50N

（3）设弹簧的弹性势能的最大值为EP，滑块从C到F过程，由能量守恒定律得：

μmgL+mgLsin30°+Ep

由题意可知：L＝1m，代入数据可解得：EP＝6J

（4）设滑块返回时能上升的高度h，根据能量守恒定律得：mgLsin30°+EP＝μmgL+mgh

代入数据解得：h＝0.6m＜R，因此滑块无法从B点离开

滑块最终静止，从滑块第一次到达C点到滑块最终静止整个过程，

对滑块，由能量守恒定律得：μmgx

代入数据解得，滑块在CD上滑行的路程：x＝3.2m

则滑块最后静止时离D点0.2m或离C点0.8m

答：（1）小滑块P经过圆弧轨道上B点的速度大小是2m/s；

（2）小滑块P到达圆弧轨道上的C点时对轨道压力的大小是50N；

（3）弹簧的弹性势能的最大值是6J；

（4）滑块返回时不能从B点离开，滑块最后静止在离D点0.2m或离C点0.8m处。



22．如图所示，两根光滑平行且电阻不计的金属导轨ACD和EFH，分为倾斜部分和水平部分，CD⊥CF，导轨间距为L，在导轨的倾斜部分有垂直导轨平面斜向下的匀强磁场，磁感应强度大小为B。现将一金属棒从A点由静止释放，当前一根棒经过底端CF时，立即将相同的金属棒也放到A点由静止释放，且金属棒经过CF处时无动能损失。已知每根金属棒的长度均为L，电阻均为R，质量均为m，运动过程中金属棒始终与CF平行，倾斜部分导轨与水平面的夹角为θ，释放点离水平面高度为h，重力加速度为g。

（1）若释放的第二根金属棒到达CF时速度大小为v2，则第一根金属棒产生的内能是多少？

（2）若释放的第二根金属棒到达CF时速度大小为v2，此时第一根与第二根之间的距离为多少？

（3）若第三根金属棒在到达CF前已做匀速运动，则至第五根刚要释放时，第三根棒上产生的内能是多少？



【解答】解：（1）设第一根金属棒在第二根运动到CF时产生的内能为Q。

由功能关系及电路知识可得

 mgh2Q

解得Q（mgh）

（2）对第二根金属棒在磁场中的运动过程分析，设下滑时间为t，受到的安培力的平均值为BL

由动量定理有

 mgsinθ•t﹣BL•t＝mv2﹣0

由闭合电路欧姆定律有

又•t＝s0（s0为A到C的距离）

由几何知识有h＝s0sinθ

联立解得t

由功能关系知第一根棒下滑到水平面时速度为v1

当第二根棒下滑到水平面CF处时两棒间距为s＝v1t（）

（3）第三根棒在斜导轨上匀速运动时有mgsinθ

解得第三根棒匀速运动的速度大小v3

在第三根棒下滑的过程中，结合电路知识得第三根棒上产生的内能为

 Q1（mgh）

同理可求第四根棒在斜导轨上匀速下滑时的速度v4

在第四根棒在斜导轨下滑过程中，结合电路知识得第三根棒产生的内能为

 Q2（mgh）

当第五根刚要释放时，第三根金属棒产生的内能为

 Q＝Q1+Q2

答：（1）第一根金属棒产生的内能是（mgh）。

（2）此时第一根与第二根之间的距离为（）。

（3）至第五根刚要释放时，第三根棒上产生的内能是。

23．（10分）如图所示，在竖直平面内的xOy直角坐标系中，第三象限存在着垂直于纸面向里的匀强磁场，磁感应强度大小为B，第一象限内某圆形区域内存在一个方向与第三象限方向相同、大小为4B的匀强磁场，第四象限内存在着一方向与y轴正方向平行的匀强电场。一质量为m、电荷量为q的带正电粒子（不计重力），从坐标为（d，0）的A点以一定初速度斜向下进入磁场中，在A点时速度方向在纸面内与x轴正方向夹角θ＝60°，经过C点后垂直于y轴进入到匀强电场，然后从图中x轴上的D点射出进入第一象限，粒子再经过圆形区域磁场，最后以垂直y轴的速度方向到达Q点。已知ODOC，OQ＝4OC，求：

（1）带电粒子的初速度大小；

（2）电场强度的大小和带电粒子在D点的速度大小；

（3）圆形磁场区域的最小面积。



【解答】解：（1）根据题意画出粒子运动的轨迹图如图所示：



由题意可知，

设带电粒子在第三象限磁场中做匀速圆周运动的半径为r，

由牛顿第二定律有，

由几何关系有，

可得：r＝2d

联立以上各式得：。

（2）粒子在第三象限做类平抛运动，

设粒子在第三象限电场中做匀速圆周运动的时间为t2，

先设OC＝d，

y轴方向分运动为匀速直线运动有：

设x轴方向匀加速运动的加速度为a，

有d，

由牛顿第二定律得：Eq＝ma，

联立各式得，

将v代入得

设粒子在D点的速度与y轴负方向夹角为θ，

在D处粒子的x轴分速度，

由合速度与分速度的关系得：

联立可得：θ＝60°，

故。

（3）设粒子在第四象限磁场中做匀速圆周运动的半径为r1，

由牛顿第二定律有：

结合（1）得r1＝d，

在第四象限如图，粒子在第四象限运动的轨迹必定与D、Q速度所做直线相切，

由于粒子运动轨迹半径为d，

故粒子在第四象限运动的轨迹是如图所示的轨迹圆O2，

该轨迹圆与vD速度所在的直线相切与M点、与vQ速度所在的直线相切与N点，

连接MN，由几何关系可知：，

由于M点、N点必须在磁场内即线段MN在磁场内

故可知磁场面积最小时必定是以MN为直径（如图所示）的圆，

即面积最小的磁场半径为：，

设磁场的最小面积为S，得S。

答：（1）带电粒子的初速度大小为。

（2）电场强度的大小为和带电粒子在D点的速度大小为。

（3）圆形磁场区域的最小面积为。