仿真模拟卷（四）

**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．下列各组合中，属于物理量与其对应单位的是（　　）

A．电场强度：V B．磁通量：Wb

C．磁感应强度：N/A D．自感系数：L

【解答】解：A、电场强度的单位是牛每库仑N/C或伏每米V/m，故A错误；

B、磁通量的单位为韦伯Wb，故B正确；

C、磁感应强度的单位为特斯拉T，1T＝1N/A•m，故C错误；

D、自感系数的单位是亨利H，故D错误。

故选：B。

2．平均速度和力的合成都有一个共同的思想方法，这个方法是（　　）

A．理想化方法 B．等效替代方法

C．控制变量方法 D．实验方法

【解答】解：平均速度是变速运动在相同时间相同位移的等效；力的合成与分解是力沿不同方向作用效果不同的等效，故ACD错误，B正确；

故选：B。

3．下列说法不正确的是（　　）

A．在不需要考虑物体本身的大小和形状时，用质点来代替物体的方法叫假设法

B．我们有时会用比值法定义一些物理量，如平均速度、密度及加速度等

C．根据速度定义式v$=\frac{△x}{△t}$，当△t极短时，$\frac{△x}{△t}$就可以表示物体在t时刻的瞬时速度，该定义应用了物理的极限法

D．在对自由落体运动的研究中，伽利略猜想运动速度与下落时间成正比，并未直接用实验进行验证，而是在斜面实验的基础上进行理想化推理

【解答】解：A、质点采用的科学方法为建立理想化的物理模型的方法，故A错误；

B、比值法定义就是应用两个物理量的比值来定义新的物理量，如速度、密度及加速度等都是用比值法定义的物理量，故B正确；

C、为研究某一时刻或某一位置时的速度，我们采用了取非常非常短的时间，即让时间趋向无穷小时的平均速度作为瞬时速度，即采用了极限思维法，故C正确；

D、伽利略在对自由落体运动的研究中，猜想运动速度与下落时间成正比，为了“冲淡”重力的影响，首先在斜面上进行实验验证，在斜面实验的基础上进行理想化推理，故D正确。

本题选不正确的，

故选：A。

4．在一竖直砖墙前让一个小石子自由下落，小石子下落的轨迹距离砖墙很近．现用照相机对下落的石子进行拍摄．某次拍摄的照片如图所示，AB为小石子在这次曝光中留下的模糊影迹．已知每层砖（包括砖缝）的平均厚度约为6.0cm，A点距石子开始下落的竖直距离约3.2m．估算照相机这次拍摄的“曝光时间”最接近（　　）



A．1.5×10﹣1s B．8.0×10﹣1s C．1.5×10﹣2s D．2.0×10﹣2s

【解答】解：根据v2＝2gh可得自由落体运动3.2m的末速度为：

$v=\sqrt{2gh}=\sqrt{2×10×3.2}m/s=8m/s$

由于0.12m远小于3.2m，故可以近似地将AB段当匀速运动，故时间为：

t$=\frac{AB}{v}=\frac{0.12}{8}s=0.015s$

故ABD错误，C正确；

故选：C。

5．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$=\frac{mg}{cosθ}$，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。

6．如图所示，光滑轨道ABCD是过山车轨道的模型，最低点B处的入、出口靠近但相互错开，C是半径为R的圆形轨道的最高点，BD部分水平，末端D点与足够长的水平传送带无缝连接，传送带以恒定速度v逆时针转动。现将一质量为m的小滑块从轨道AB上竖直高度为3R的位置A由静止释放，滑块能通过C点后再经D点滑上传送带，已知滑块滑上传送带后，又从D点滑入光滑轨道ABCD且能到达原位置A，则在该过程中（　　）



A．在C点滑块对轨道的压力为零

B．传送带的速度可能为$\sqrt{5gR}$

C．摩擦力对物块的冲量为零

D．传送带速度v越大，滑块在传送带因摩擦产生的热量越多

【解答】解：A、滑块从A到C运动过程中，根据动能定理可得mg（3R﹣2R）$=\frac{1}{2}mv\_{C}^{2}-$0，解得：vC$=\sqrt{2gR}$；

在C点，对滑块根据牛顿第二定律可得：FN+mg＝m$\frac{v\_{C}^{2}}{R}$，解得：FN＝mg，所以在C点滑块对轨道的压力为mg，方向向上，故A错误；

B、设滑块达到D点的速度为vD，根据动能定理可得mg•3R$=\frac{1}{2}mv\_{D}^{2}-$0，解得：vD$=\sqrt{6gR}$；

若传送带的速度为$\sqrt{5gR}$，滑块滑上传送带后速度减为零后返回D点的速度为$\sqrt{5gR}＜\sqrt{6gR}$，根据能量守恒定律可知滑块不会回到出发点A，故B错误；

C、滑块从滑上传送带到回到D点过程中，动量变化不为零，根据动量定理可得，摩擦力对物块的冲量不为零，故C错误；

D、传送带速度不同，物块在传送带上发生的相对路程不同，摩擦产生的热量不同，传送带速度v越大，滑块在传送带上相对于传送带通过的路程越大，因摩擦产生的热量越多，故D正确。

故选：D。

7．美国的“阿尔忒弥斯计划”拟在2024年前，将首位女宇航员和一名男宇航员送上月球；任务是“展现科技的最新进展，并为民间企业发展月球经济打下基础”。假设宇航员乘飞船绕月球做圆周运动，测出飞船做圆周运动时离月球表面的高度为H，环绕的周期为T及环绕的线速度为v，引力常量为G，由此可得出（　　）

A．月球的半径为$\frac{vT}{2π}$

B．月球表面的重力加速度大小为$\frac{2πTv^{3}}{(vT-2πH)^{2}}$

C．月球的质量为$\frac{Tv^{2}}{2πG}$

D．月球的第一宇宙速度大小为$\frac{4π^{2}v^{2}T}{G(vT-πH)^{3}}$

【解答】解：A、飞船在离火星表面的高度为H表面做匀速圆周运动，轨道半径等于火星的半径R加上H，由$v=\frac{2π}{T}(R+H)$，

解得$R=\frac{vT}{2π}-H$，故A错误；

BC、根据万有引力提供向心力，有

$G\frac{Mm}{(R+H)^{2}}=m\frac{4π^{2}}{T^{2}}(R+H)$

在月球的表面有

$mg=G\frac{Mm}{R^{2}}$

解得

$M=\frac{4π^{2}(R+H)^{3}}{GT^{2}}$

$g=\frac{2πTv^{3}}{(vT-2πH)^{2}}$

故B正确，C错误；

D、月球的第一宇宙速度为$v=\sqrt{gR}=\sqrt{\frac{Tv^{3}}{vT-2πH}}$，故D错误。

故选：B。

8．如图，电荷量分别为q和﹣q（q＞0）的点电荷固定在正方体的两个顶点上，a、b是正方体的另外两个顶点。则下列说法不正确的是（　　）



A．a点和b点的电势相等

B．a点和b点的电场强度大小相等

C．a点和b点的电场强度方向相同

D．将负电荷从a点移到b点，电势能减少

【解答】解：A、等量异号电荷形成的电场线和等势面如图所示；结合题图中对应的几何关系可知，a靠近负电荷，而b靠近正电荷，则可知，a点电势一定小于b点电势；故A错误；

BC、ab两点是两电荷单独在两点形成的电场强度的叠加，由图3可知，两点处的两分场强恰好相同，故合场强一定大小相等，方向也相同，故BC正确；

D、根据A中分析可知将负电荷从a点移到b点时，是从低点势移向高电势，因电荷带负电，故电势能减小，故D正确；

本题选错误选项，故选：A。



9．如图所示，置于竖直面内的光滑细圆环半径为R，质量为m的小球套在环上，一原长为R的轻弹簧一端系于球上，另一端系于圆环最低点，圆环绕竖直直径转动，重力加速度为g。若角速度ω由零开始缓慢增大，下列说法正确的是（　　）



A．当ω$＜\sqrt{\frac{2g}{R}}$时，小球仅受两个力的作用

B．当ω$=\sqrt{\frac{2g}{R}}$时，弹簧恰好处于原长状态

C．当ω$＞\sqrt{\frac{2g}{R}}$时，弹簧一定处于压缩状态

D．当ω足够大时，小球能够到达与圆心等高的位置

【解答】解：ABC、设角速度为ω时弹簧处于原长状态，球受到重力与环的弹力两个力的作用，弹力与竖直方向夹角为θ＝60°，则有mgtan θ＝mRsin θ•ω2，即ω$=\sqrt{\frac{2g}{R}}$，当角速度不等于ω时，小球受三个力作用，当ω$＜\sqrt{\frac{2g}{R}}$时，弹簧被压缩，故B正确，AC错误；

D、当ω足够大时，假设小球能够到达与圆心等高的位置，则圆环的支持力向左指向圆心，而弹簧的拉力斜向下，重力竖直向下，小球在竖直方向合力向下，竖直方向无法平衡，故假设不成立，故D错误。

故选：B。



10．科学实验证明，通电长直导线周围磁场的磁感应强度大小B$=\frac{kI}{l}$，式中常量k＞0，I为电流强度，l为距导线的距离。如图所示，三根完全相同且通有恒定电流的长直导线a、b、c，其截面位于等边三角形的三个顶点，a、b、c通过的恒定电流大小分别为Ia、Ib、Ic，导线b、c位于光滑绝缘水平面上，三根导线均可保持静止状态，则（　　）



A．a、b通有同向的恒定电流

B．导线a受的合磁场力竖直向下

C．导线a、b所受的合磁场力大小相等、方向相反

D．导线a、b、c上通有的电流大小关系为Ia＝2Ib＝2Ic

【解答】解：同向电流相互吸引，异向电流相互排斥，

AB、导线a受b、c磁场力恰好与其重力平衡，重力竖直向下，则导线a受的合磁场力的方向竖直向上，因此b、c对a的磁场力都为排斥力，b、c为同向电流，a与b、c为异向电流，故AB错误；

C、c对b为吸引力，a对b为排斥力，导线b受到磁场力的合力的方向为斜向右下方，导线a受的合磁场力的方向竖直向上，故两者方向不是相反的，故C错误；

D、设导线长度为L，分析导线b的受力情况，a对b的磁场力为Fab，c对b的磁场力为Fcb，

根据共点力平衡知识可知，Fabsin30°＝Fcb，其中$F\_{ab}=k\frac{I\_{a}}{l}⋅I\_{b}L$，$F\_{cd}=k\frac{I\_{c}}{l}⋅I\_{b}L$，

解得：Ia＝2Ib，根据导线a的受力可知，电流Ib＝Ic，故导线a、b、c上通有的电流大小关系为Ia＝2Ib＝2Ic，故D正确。

故选：D。

11．如图甲为一列简谐横波在某一时刻的波形图，图乙为介质中x＝2m处的质点P以此时刻为计时起点的振动图象．下列说法正确的是（　　）



A．这列波的传播方向是沿x轴正方向

B．这列波的传播速度是10m/s

C．经过0.15s，质点P沿x轴的正方向传播了3m

D．经过0.1s，质点Q的运动方向沿y轴正方向

【解答】解：A、由乙图看出，t＝0时刻质点P的速度方向向下。在甲图上，由波形平移法可知，这列波沿x轴正方向传播，故A正确；

B、由甲图可知，波长λ＝4m，由图乙图可知，周期T＝0.2s，则波速为v$=\frac{λ}{T}=\frac{4}{0.2}$m/s＝20m/s，故B错误；

C、质点P只在平衡位置附近上下做简谐运动，不随波的传播沿x轴正方向传播，故C错误；

D、图示时刻Q点正沿y轴正方向运动，因t＝0.1s$=\frac{1}{2}$T，则经过0.1s，质点Q的运动方向沿y轴负方向，故D错误。

故选：A。

12．关于电源和直流电路的性质，下列说法中正确的是（　　）

A．电源被短路时，放电电流无穷大

B．外电路断路时，路端电压最大

C．外电路电阻值减小时，路端电压升高

D．不管外电路电阻值怎样变化，其电路的内压保持不变

【解答】解：A、电源被短路时，根据I$=\frac{E}{r}$可知，放电电流很大，但不是无穷大，故A错误；

B、外电路断路时，通过电源的电流为零，电源的内电压为零，则路端电压等于电源电动势，最大，故B正确；

C、根据闭合电路欧姆定律可知，路端电压U$=\frac{R}{R+r}$E，当外电路电阻值R减小时，路端电压减小，故C错误；

D、电源的内电压为U′＝Ir$=\frac{Er}{R+r}$，知外电路电阻值变化量，内电压随之变化，故D错误。

故选：B。

13．如图，在斜面顶端以不同的初速度水平抛出几个小球，所有小球均落在斜面上。忽略空气阻力，下列说法正确的是（　　）



A．小球的运动时间与初速度的平方成正比

B．所有小球落到斜面上时的速度方向均不相同

C．所有小球的竖直位移与水平位移之比均不相等

D．小球从抛出到离斜面最远的过程中，竖直位移为总竖直位移的$\frac{1}{4}$

【解答】解：A、设斜面底角为α，根据平抛运动规律和几何关系可知：tanα$=\frac{y}{x}=\frac{\frac{1}{2}gt^{2}}{v\_{0}t}=\frac{gt}{2v\_{0}}$，解得：t$=\frac{2v\_{0}tanα}{g}$，所以小球的运动时间与初速度成正比，故A错误；

BC、在斜面顶端以不同的初速度水平抛出几个小球，所有小球均落在斜面上，斜面的底角不变，根据几何关系可知位移夹角不变，即所有小球的竖直位移与水平位移之比都相等，根据速度夹角的正切值是位移夹角正切值的2倍，可知速度夹角不变，即所有小球落到斜面上时的速度方向均相同，故BC错误；

D、小球在运动过程中距斜面最远是瞬时速度与斜面平行，则速度偏向角为α，根据：tanα$=\frac{v\_{y}}{v\_{0}}=\frac{gt\_{1}}{v\_{0}}$，得到：t1$=\frac{v\_{0}tanα}{g}$，而落到斜面上时，t$=\frac{2v\_{0}tanα}{g}$，则有：t1$=\frac{t}{2}$，而竖直位移：h$=\frac{1}{2}$gt2，可得到：y1$=\frac{1}{4}$y，故D正确。

故选：D。

**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．下列说法中正确的是（　　）

A．太阳辐射的能量主要来自太阳内部的热核反应

B．铀核（$\_{92}^{238}$U）衰变成α粒子和另一原子核，衰变产物的比结合能一定大于铀核的比结合能

C．所有原子的发射光谱都是线状谱，不同原子的谱线可以相同

D．核力将核子紧紧束缚在原子核内，因此核力只表现为引力

【解答】解：A．太阳辐射的能量主要来自太阳内部的热核聚变反应，故A正确；

B．比结合能用于描述原子核稳定性，衰变后原子核更稳定，比结合能更大，故B正确；

C．所有原子的发射光谱都是线状谱，线状谱又叫特征光谱，不同原子的谱线一定不同，故C错误；

D．核力将核子紧紧束缚在原子核内，核力在大于0.8×10﹣15m，小于1.5×10﹣15m的范围内表现为吸引力，在小于0.8×10﹣15m时表现为斥力，故D错误；

故选：AB。

15．（2分）如图所示，面积为0.2m2、匝数为20、总电阻为2Ω的矩形线圈，在磁感应强度大小为0.5T的匀强磁场中绕垂直于磁场方向的转轴匀速转动，线圈转动的角速度为10$\sqrt{2}$rad/s。矩形线圈通过原、副线圈匝数比为2：1的理想变压器给阻值为2Ω的电阻R供电，下列说法正确的是（　　）



A．电阻R中电流方向每秒变化10次

B．线圈中的感应电动势的有效值为20V

C．变压器原线圈中的电流为2A

D．线圈上的发热功率与电阻R上的发热功率相等

【解答】解：A、线圈转动的周期T$=\frac{2π}{ω}=\frac{2π}{10\sqrt{2}}s=\frac{\sqrt{2}π}{10}s$，

一个周期内电流方向改变2次，故电流方向每秒变化次数为$n=2×\frac{1}{T}=\frac{10\sqrt{2}}{π}次$，

变压器不改变交流电的周期，故电流方向每秒变化次数为$\frac{10\sqrt{2}}{π}$次，故A错误；

B、线圈转动产生的交流电的最大值为$E\_{m}=NBSω=20×0.5×0.2×10\sqrt{2}V=$20$\sqrt{2}V$，

故有效值为E$=\frac{E\_{m}}{\sqrt{2}}=\frac{20\sqrt{2}}{\sqrt{2}}V=20V$，故B正确；

C、设原线圈中的电流为I1，原线圈两端的电压为U1＝E﹣I1r，

根据$\frac{U\_{1}}{U\_{2}}=\frac{n\_{1}}{n\_{2}}$，$\frac{I\_{1}}{I\_{2}}=\frac{n\_{2}}{n\_{1}}$，$I\_{2}=\frac{U\_{2}}{R}$

联立解得I1＝2A，U1＝16V，I2＝4A，U2＝8V，故C正确；

D、由于I2＝2I1，根据P＝I2r可得，电阻R上的发热功率是线圈上的发热功率4倍，故D错误；

故选：BC。

16．自然光以布儒斯特角入射，在介质界面上反射和折射，此时反射光与折射光垂直，且反射光是线偏振光。这个规律称为布儒斯特定律。如图所示，光从空气射入折射率n$=\sqrt{2}$的介质，入射角为i，光在真空中的传播速度c＝3×108m/s，下列说法正确的是（　　）



A．入射角i＞45°时，会发生全反射现象

B．无论入射角多大，折射角都不会超过45°

C．布儒斯特角满足关系tani$=\sqrt{2}$

D．光在介质中的传播速度v＝1.5×108m/s

【解答】解：A、光从空气射向入介质时，不满足发生全反射的条件，所以无论入射角多大，不可能发生全反射，故A错误；

B、当入射角最大时折射角最大，入射角最大值为90°，根据折射定律得n$=\frac{sini}{sinr}$得：当i＝90°时，sinr$=\frac{sini}{n}=\frac{sin90°}{\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}}{2}$，得r＝45°，所以最大的折射角为45°，即无论入射角多大，折射角都不会超过45°，故B正确；

C、当反射光线跟折射光线恰好互相垂直时，设入射角为i，折射角为β，有i+β＝90°，有 n$=\frac{sini}{sinβ}=\frac{sini}{sin(90°-i)}=$tani．所以tani$=\sqrt{2}$，故C正确；

D、光在介质中的传播速度为v$=\frac{c}{n}=\frac{3×10^{8}}{\sqrt{2}}$m/s$=\frac{3\sqrt{2}}{2}×$108m/s，故D错误。

故选：BC。

### 三、非选择题（本题共7小题，共55分）

17．用如图丙所示的装置探究加速度、力和质量的关系，带滑轮的长木板水平放置，弹簧测力计固定在墙上。小车上固定一定滑轮，细绳通过滑轮连接弹簧测力计和沙桶。



（1）实验时，一定要满足的条件或必要的操作是　A　。

A．平衡摩擦力

B．小车的质量远大于沙桶和沙的质量

（2）在实验中，有同学得到一条打点的纸带，取打点清晰部分做如下标记，如图甲所示，已知相邻计数点间还有4个点未画出，打点计时器的电源频率为50Hz，则小车加速度的大小为a＝　1.86　m/s2。（结果保留3位有效数字）

（3）在验证加速度与质量的关系时，在满足实验要求的情况下，改变小车上砝码质量m，测出对应的加速度a，以m为横坐标，以$\frac{1}{a}$为纵坐标，在坐标纸上作出如图乙所示的图像。已知弹簧测力计的读数为F，图中纵轴的截距为b，则小车的质量为　2Fb　。

【解答】解：（1）A、虽然有弹簧测力计测量拉力，但小车受到阻力，所以要先平衡阻力，故A正确；

B、由于拉力能测出，不必满足小车质量远大于砂和桶的质量，故B错误；

故选：A

（2）由题意知，两相邻计数点的时间间隔T$=5×\frac{1}{50}s=0.1s$，由逐差公式求加速度a$=\frac{x\_{BD}-x\_{OB}}{(2T)^{2}}=\frac{(12.80+14.65)-(9.10+10.90)}{(2×0.1)^{2}}×10^{-2}m/s^{2}=$1.86m/s2；

（3）根据牛顿第二定律可求出小车的加速度a$=\frac{2F}{m+m\_{0}}$，变形后得到：$\frac{1}{a}=\frac{1}{2F}×m+\frac{m\_{0}}{2F}$，结合图象的纵截距为b$=\frac{m\_{0}}{2F}$，所以小车的质量m0＝2Fb。

故答案为：（1）A；（2）1.86；（3）2Fb

18．图1是双缝干涉测光的波长的实验装置示意图。某次实验选用缝间距为d的双缝屏。已知毛玻璃屏与双缝屏间的距离为L。接通电源使光源正常工作。

（1）某同学调整手轮后，从测量头的目镜看去，第1次映入眼帘的干涉条纹如图2甲所示，图甲中的数字是该同学给各亮纹的编号，此时游标尺上的读数为x1；接着再转动手轮，映入眼帘的干涉条纹如图2乙所示，此时游标尺上的读数为x2。请根据上述测量结果，写出这种色光波长的表达式λ＝　$\frac{(x\_{2}-x\_{1})d}{6L}$　（用题中给出的字母表示）。

（2）干涉实验能够把一些数量级非常小、不便于观测的量（波长λ），放大为便于观测的量（条纹间距△x）。通过干涉现象还可以观测到一些物理量的微小变化（比如双缝间距d的微小变化），干涉仪就是这类仪器。基于干涉理论的激光干涉仪LIGO于2015年首次观测到引力波的存在，其观测到引力波所引起的10﹣18m尺度上的变化（相当于原子核直径的千分之一），进一步证实了爱因斯坦相对论理论的正确性。请举例写出2～3个利用将微小量放大的方法进行的实验　油膜法测分子直径；卡文迪许扭称实验测；库仑扭称实验；微小形变的观察及测量等　。



【解答】解：（1）如图2甲所示，此时游标尺上的读数为x1；如图2乙所示，此时游标尺上的读数为x2。那么相邻条纹间距为：△x$=\frac{x\_{2}-x\_{1}}{7-1}$

再依据双缝干涉条纹间距公式$△x=\frac{L}{d}λ$，那么光波长的表达式λ$=\frac{d}{L}⋅△x=\frac{(x\_{2}-x\_{1})d}{6L}$；

（2）运用微小量放大的方法进行的实验还有：油膜法测分子直径；卡文迪许扭称实验；库仑扭称实验；微小形变的观察及测量等；

故答案为：（1）$\frac{(x\_{2}-x\_{1})d}{6L}$； （2）油膜法测分子直径；卡文迪许扭称实验测；库仑扭称实验；微小形变的观察及测量等。

19．现有一电池，电动势E约为9V，内阻r在1～5Ω范围内，允许通过的最大电流为0.6A。为测定该电池的电动势和内阻，某同学利用如图（a）所示的电路进行实验，图中R1为保护电阻，R2为电阻箱。

（1）（单选）可备选用的定值电阻有以下几种规格，则R1宜选用　C　。

A．5Ω，2.5W

B．15Ω，1.0W

C．15Ω，10W

D．150Ω，5.0W

（2）接好电路，闭合电键，调节电阻箱，记录R2的阻值和相应的电压传感器示数U，测量多组数据。为了利用图（b）更加便捷的测量电源电动势E和内阻r，该同学选定纵轴表示电压的倒数$\frac{1}{U}$，则横轴应为　$\frac{1}{R\_{1}+R\_{2}}$　。这是因为：　可知在$\frac{1}{U}-\frac{1}{R\_{1}+R\_{2}}$坐标系中，图线的两个截距分别表示$\frac{1}{E}$和$\frac{1}{r}$，计算比较方便　。

（3）该同学利用图（a）测量另一电源的电动势和内阻时，选取R1为10Ω的定值电阻，将电压传感器接在A、C之间。调节电阻箱，测出若干R2的阻值和R1上相应的电压U1，绘出图（c）所示的图象。依据图象，可以测出电源的电动势E＝　7.5　V。



【解答】解：（1）电路最小总电阻约为：R$=\frac{E}{I\_{m}}=\frac{9}{0.6}$Ω＝15Ω，为保护电路安全，保护电阻应选和15Ω差不多的，B选项允许通过的最大电流为：I$=\frac{P}{U}≈$0.06A，容易烧坏，不符合题意，故选：C；

（2）由图a所示电路图可知，在闭合电路中，电源电动势：E＝U+Ir＝U$+\frac{U}{R\_{1}+R\_{2}}$r，

则：$\frac{1}{U}=\frac{r}{E}⋅\frac{1}{R\_{1}+R\_{2}}+\frac{1}{E}$，则图象的横轴应为：$\frac{1}{R\_{1}+R\_{2}}$

根据：$\frac{1}{U}=\frac{r}{E}⋅\frac{1}{R\_{1}+R\_{2}}+\frac{1}{E}$

可知在$\frac{1}{U}-\frac{1}{R\_{1}+R\_{2}}$坐标系中，图线的两个截距分别表示$\frac{1}{E}$和$\frac{1}{r}$，计算比较方便；

（3）根据闭合电路欧姆定律可得：E$=\frac{U\_{1}}{R\_{1}}$（R1+R2+r）

变形得：$\frac{1}{U\_{1}}=\frac{R\_{1}+r}{ER\_{1}}+\frac{1}{ER\_{1}}R\_{2}$

由图象可得斜率为：k$=\frac{1}{75}$

k$=\frac{1}{ER\_{1}}$，代入数据可得：E＝7.5V。

故答案为：（1）C；（2）$\frac{1}{R\_{1}+R\_{2}}$，可知在$\frac{1}{U}-\frac{1}{R\_{1}+R\_{2}}$坐标系中，图线的两个截距分别表示$\frac{1}{E}$和$\frac{1}{r}$，计算比较方便；（3）7.5。

20．（9分）“阆中熊猫乐园”位于四川省阆中市江南镇锦屏山南麓，与阆中古城隔江相望，是川东北地区第一家大型的游乐性主题公园，园内有一种大型游戏机叫“跳楼机”．参加游戏的游客被安全带固定在座椅上，由电动机将座椅沿光滑的竖直轨道提升到离地面34m高处，然后由静止释放．为研究方便，认为座椅沿轨道做自由落体运动1s后，开始受到恒定阻力而立即做匀减速运动，且下落到离地面4m高处时速度刚好减小到零．然后再让座椅以相当缓慢的速度稳稳下落，将游客送回地面．（取g＝10m/s2）求：

（1）座椅在自由下落结束时刻的速度是多大？

（2）在匀减速阶段，座椅对游客的作用力大小是游客体重的多少倍？



【解答】解：（1）自由下落1s速度为：v＝gt …①

代入数据得：v＝10m/s…②

（2）自由下落1s高度为：$h\_{1}=\frac{1}{2}gt^{2}\cdots $③

设H＝34m，h2＝4m，匀减速高度为：h＝H﹣h1﹣h2…④

由公式有：v2＝2ah …⑤

设座椅对游客作用力N，由牛顿第二定律有：

N﹣mg＝ma …⑥

所以 $\frac{N}{mg}=\frac{mg+ma}{mg}=$1.2倍 …⑦

答：（1）座椅在自由下落结束时刻的速度是10m/s．

（2）座椅对游客的作用力大小是游客体重的1.2倍．

21．如图所示，在以O为圆心、半径为R的圆形区域内有匀强电场，AB为圆的直径．一质量为m、电荷量为q（q＞0）的带电粒子在纸面内自A点飘入电场（速度很小，可以认为粒子速度为0），从圆周上的C点以速率v0穿出，运动过程中粒子仅受电场力作用，且AC与AB的夹角θ＝60°．

（1）求电场强度的大小；

（2）若粒子从A点以不同速度射入电场，求穿出电场时动能增量的最大值；

（3）若粒子进入电场的速度方向与电场方向垂直，为使粒子穿过电场前后速度变化量的大小为$\frac{\sqrt{2}}{2}$v0，求该粒子进入电场时的速度应为多大．



【解答】解：（1）由题意知，在A点速度为零的粒子会沿着电场线方向运动，由于q＞0，故电场线由A指向C，由几何关系可知：xAC＝R

根据动能定理得：qExAC$=\frac{1}{2}mv\_{0}^{2}-$0

解得：E$=\frac{mv\_{0}^{2}}{2qR}$

（2）由动能定理可知要使粒子动能增量最大，则电场力做功最多，由功的定义又可知粒子的运动要沿电场线方向的位移最大，如图1所示，作AC垂线并且与圆相切，切点为D，粒子由A到D的运动过程沿电场线方向位移最大，且为AF的长度。

由几何关系有：AF＝AC+CF＝AC+ED＝AC+OD﹣OE＝R+R﹣Rcos60°$=\frac{3R}{2}$

由动能定理得：

ΔEkm＝qE•AF＝q•$\frac{mv\_{0}^{2}}{2qR}$•$\frac{3R}{2}=\frac{3mv\_{0}^{2}}{4}$

（3）粒子在电场中做类平抛运动，如图2所示将粒子的运动沿电场方向和垂直电场方向分解，设粒子进入电场时的速度为vx，出电场时沿电场方向的末速度为vy，

由题意可知：vy$=\frac{\sqrt{2}}{2}$v0，

沿电场方向粒子做初速度为零的匀加速运动，有：y$=\frac{v\_{y}^{2}}{2a}$，a$=\frac{qE}{m}$，t$=\frac{v\_{y}}{a}$

解得：y$=\frac{R}{2}$，t$=\frac{\sqrt{2}R}{v\_{0}}$

由几何关系得：水平位移x＝R+Rsin60°＝R$+\frac{\sqrt{3}R}{2}$

沿垂直电场方向粒子做匀速直线运动，有：vx$=\frac{x}{t}$

解得：vx$=\frac{2\sqrt{2}+\sqrt{6}}{4}v\_{0}$

答：（1）求电场强度的大小为$\frac{mv\_{0}^{2}}{2qR}$；

（2）穿出电场时动能增量的最大值$\frac{3mv\_{0}^{2}}{4}$；

（3）该粒子进入电场时的速度应为$\frac{2\sqrt{2}+\sqrt{6}}{4}v\_{0}$。



22．如图甲所示，两条足够长的光滑平行金属导轨MN和PQ固定在水平面上，阻值为R的定值电阻与导轨的M、P端相连，MP和导轨垂直，平行导轨的间距为L，导轨电阻不计。穿过导轨平面的磁场方向垂直导轨平面向上，磁感应强度的大小B随着时间t变化的图像如图乙所示，质量为m、长度为L、电阻值为r$=\frac{1}{4}$R的金属杆ab垂直于导轨放置并且和导轨接触良好，杆ab和PM之间距离为d。现在杆ab的中点处系一根不可伸长的轻绳，绳子跨过定滑轮与一质量为m的物块相连接，滑轮左侧轻绳与导轨平面保持平行，已知在0～t0时间内，金属杆ab在水平外力F作用下保持静止状态。t0时刻撤去外力，金属杆从静止开始运动，当物块下落的高度为h时，物块达到最大速度，重力加速度为g。求：

（1）写出水平外力F随时间t的变化关系式；

（2）从t＝0时刻开始到物块达到最大速度时间内，通过电阻R的电荷量；

（3）从t＝0时刻开始到物块达到最大速度时间内，电阻R所产生的热量；

（4）物块下落h高度的过程中所经历的时间。



【解答】解：（1）由平衡条件得：mg＝F+BI1L

根据闭合电路欧姆定律有：I1$=\frac{E\_{1}}{R+r}$

根据电磁感应定律可知：E1＝Ld$\frac{B\_{0}}{t\_{0}}$

联立解得：F＝mg$-\frac{4B\_{0}^{2}L^{2}d}{5Rt\_{0}^{2}}t$ （0＜t＜t0）

（2）0～t0时间内，通过电阻R的电荷量为

q1＝I1t0

联立解得：q1$=\frac{4B\_{0}Ld}{5R}$

同理：q2＝I2t

根据闭合电路欧姆定律有：$\overline{I\_{2}}=\frac{\overline{E\_{2}}}{R+r}$

根据电磁感应定律可知：$\overline{E\_{2}}=\frac{B\_{0}Lh}{t}$

解得：q2$=\frac{4B\_{0}Lh}{5R}$

则总电量：q＝q1+q2$=\frac{4B\_{0}Ld}{5R}+\frac{4B\_{0}Lh}{5R}=\frac{4B\_{0}L(h+d)}{5R}$

（3）在0～t0时间内，电阻R产生的焦耳热量为Q1，物块开始运动到达到最大速度时间内回路中产生的焦耳热量为Q2，电阻R产生的焦耳热量为QR2

根据焦耳定律：Q1$=I\_{1}^{2}Rt\_{0}$

联立解得Q1$=\frac{16B\_{0}^{2}d^{2}L^{2}}{25Rt\_{0}}$

由平衡条件得：mg＝B0ImL

根据闭合电路欧姆定律有：Em＝Im（R+r）

根据电磁感应定律可知：Em＝B0Lvm

联立解得：vm$=\frac{5mgR}{4B\_{0}^{2}L^{2}}$

由能量守恒定律可得：

mgh$=\frac{1}{2}⋅2mv\_{m}^{2}+Q\_{2}$

根据焦耳热与电阻的关系知：QR2$=\frac{R}{R+r}Q\_{2}$

联立解得QR2$=\frac{4}{5}mgh-\frac{5m^{3}g^{2}R^{2}}{4B\_{0}^{4}L^{4}}$

Q＝Q1+QR2$=\frac{16B\_{0}^{2}d^{2}L^{2}}{25Rt\_{0}}+\frac{4}{5}mgh-\frac{5m^{3}g^{2}R^{2}}{4B\_{0}^{4}L^{4}}$

（4）根据动量定理可知：mgt$-B\_{0}\overline{I\_{2}}Lt=2m(v\_{m}-0)$

解得：t$=\frac{5mR}{2B\_{0}^{2}L^{2}}+\frac{4B\_{0}^{2}L^{2}h}{5mgR}$

答：（1）水平外力F随时间t的变化关系式为F＝mg$-\frac{4B\_{0}^{2}L^{2}d}{5Rt\_{0}^{2}}t$ （0＜t＜t0）；

（2）从t＝0时刻开始到物块达到最大速度时间内，通过电阻R的电荷量为$\frac{4B\_{0}L(h+d)}{5R}$；

（3）从t＝0时刻开始到物块达到最大速度时间内，电阻R所产生的热量为$\frac{16B\_{0}^{2}d^{2}L^{2}}{25Rt\_{0}}+\frac{4}{5}mgh-\frac{5m^{3}g^{2}R^{2}}{4B\_{0}^{4}L^{4}}$；

（4）物块下落h高度的过程中所经历的时间为$\frac{5mR}{2B\_{0}^{2}L^{2}}+\frac{4B\_{0}^{2}L^{2}h}{5mgR}$。

23．如图所示，M、N是平行板电容器的两个极板，两极板的中心开有一个很小的小孔。电容器两极板带有等量异种电荷。PQ右侧是90个连续分布的平行边界的磁感应强度大小不同的匀强磁场。在M板中央小孔处由静止释放一带电粒子，经过电容器加速后，带电粒子垂直PQ边界进入磁场区域，每经过一个磁场粒子速度方向偏转1°，且粒子运动轨迹恰好能与第90个磁场的右边界相切。已知第一个磁场的磁感应强度B1＝B，每个磁场的宽度均为d，带电粒子的质量为m，电荷量为q。（带电粒子重力不计，答案可用三角函数表示）求：

（1）带电粒子在磁场中的速度的大小v；

（2）第90个磁场的磁感应强度的大小B90；

（3）若将MN板间距增大为现在的4倍，电容器带电荷量不变，则带电粒子经过所有磁场区域后速度方向的偏转角度。



【解答】（16分）解：（1）带电粒子在B1磁场中圆周运动的圆心角为1°，由几何关系知r1sinl°＝d ①

对带电粒子在B1中运动列牛顿第二定律，$qvB=m\frac{v^{2}}{r}$②

联立①②$v=\frac{qBd}{msin1°}$

（2）带电粒子在B90磁场中圆周运动的圆心角为1°，由几何关系知r90（1﹣sin89°）＝d③

联立①②③解得：$B\_{90}=\frac{1-sin89°}{sin1°}B$

（3）设电容器内电场强度为E

对带电粒子在电场中运动过程列动能定理$qEd=\frac{1}{2}mv^{2}$④

由于电荷量不变，分析可知电容中的电场强度E大小保持不变 ⑤

d变为原来的4倍，则速度v变为原来的2倍 ⑥

联立②⑥可知，粒子在每个磁场中运动的半径变为原来的2倍 ⑦

由几何关系可知，在MN板间距增大前，粒子在每个磁场中的半径$r\_{1}=\frac{d}{sin1°-sin0°}，r\_{2}=\frac{d}{sin2°-sin1°}，r\_{3}=\frac{d}{sin3°-sin2°}$，$\cdots \cdots r\_{90}=\frac{d}{sin90°-sin89°}$⑧

增大MN板间距后，粒子在每个磁场中运动满足的几何关系

r'1（sinθ1﹣sin0）＝d，r'2（sinθ2﹣sinθ1）＝d，r'3（sinθ3﹣sinθ2）＝d，……，r'90（sinθ90﹣sinθ89）＝d ⑨

由以上可知：

在第一个磁场中：r1（sin1°﹣sin0）＝d，r1′（sinθ1﹣sin0）＝d，且r1′＝2r1，则：2sinθ1＝sin1°

类推可知：2sinθ2＝sin2°

同理在第90个磁场中：2sinθ90＝sin90°，即sinθ90$=\frac{1}{2}$，则：θ90＝30°

MN板间距增大后，带电微粒经过所有磁场区域后偏转了θ90＝30°

答：（1）带电粒子在磁场中的速度的大小v为$\frac{qBd}{msin1°}$；

（2）第90个磁场的磁感应强度的大小B90为$\frac{1-sin89°}{sin1°}B$；

（3）若将MN板间距增大为现在的4倍，电容器带电荷量不变，则带电粒子经过所有磁场区域后速度方向的偏转角度为30°。