2016 北京昌平高三二模

物　　理

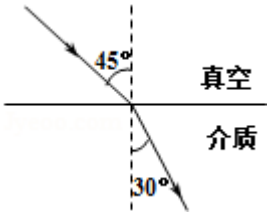
13．一束单色光从真空斜射向某种介质的表面，如图所示．下列说法中正确的是（　　）

A．介质的折射率等于$\sqrt{2}$

B．介质的折射率等于 1.5

C．介质的折射率等于$\frac{\sqrt{2}}{2}$

D．增大入射角，可能发生全反射现象



14．钍核（ $^{234}_{90}$Th）具有放射性，它能放出一个新的粒子而变为镤核（ $^{234}_{91}$Pa），同时伴随有 γ 射线产生，其方程为 $^{234}_{90}$Th→ $^{234}_{91}$Pa+x．则 x 粒子为（　　）

A．质子 B．中子 C．α 粒子　D．β 粒子

15．堵住打气筒的出气口，缓慢向下压活塞使气体体积减小，你会感到越来越费力．设此过程中气体的温度保持不变．对这一现象的解释正确的是（　　）

A．气体的密度增大，使得在相同时间内撞击活塞的气体分子数目增多

B．气体分子间没有可压缩的间隙

C．气体分子的平均动能增大

D．气体分子间相互作用力表现为斥力

16．行星在太阳的引力作用下绕太阳公转，若把地球和水星绕太阳的运动轨迹都近似看作圆．已知地球绕太阳公转的半径大于水星绕太阳公转的半径，则下列判断正确的是（　　）

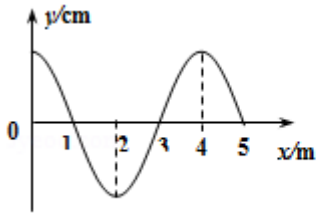
A．地球的线速度大于水星的线速度

B．地球的角速度大于水星的角速度

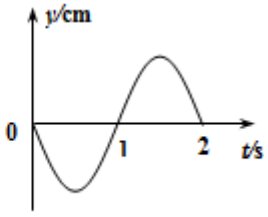
C．地球的公转周期大于水星的公转周期

D．地球的向心加速度大于水星的向心加速度

17．一列简谐横波沿 x 轴传播，如图（甲）是 t=0 时刻的波形图，图（乙）是 x=3m 处质点的振动图象，下列说法正确的是（　　）



（甲）



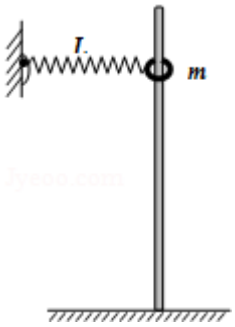
（乙）

A．该波的波长为 5m　B．该波的周期为 1s

C．该波向 x 轴负方向传播 D．该波的波速为 2m/s

18．如图所示，固定的竖直光滑长杆上套有质量为 m 的小圆环，圆环与水平状态的轻质弹簧一端连接．弹簧的另一

端固定在墙上，并且处于原长状态．现让圆环由静止开始下滑，已知弹簧原长为 L，圆环下滑到最低点时弹簧的长度为 2L（未超过弹性限度），从圆环开始运动至第一次运动到最低点的过程中（　　）



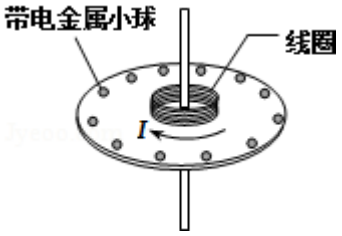
A．弹簧对圆环的冲量方向始终向上，圆环的动量先增大后减小

B．弹簧对圆环的拉力始终做负功，圆环的动能一直减小

C．圆环下滑到最低点时，所受合力为零

D．弹簧弹性势能变化了$\sqrt{3}$mgL

19．著名物理学家费曼曾设计过这样一个实验：一块水平放置的绝缘体圆盘可绕过其中心的竖直轴自由转动，在圆盘的中部有一个线圈，圆盘的边缘固定着一圈带负电的金属小球，如图所示．当线圈接通直流电源后，线圈中的电流方向如图中箭头所示，圆盘会发生转动．几位同学对这一实验现象进行了解释和猜测，你认为合理的是（　　）



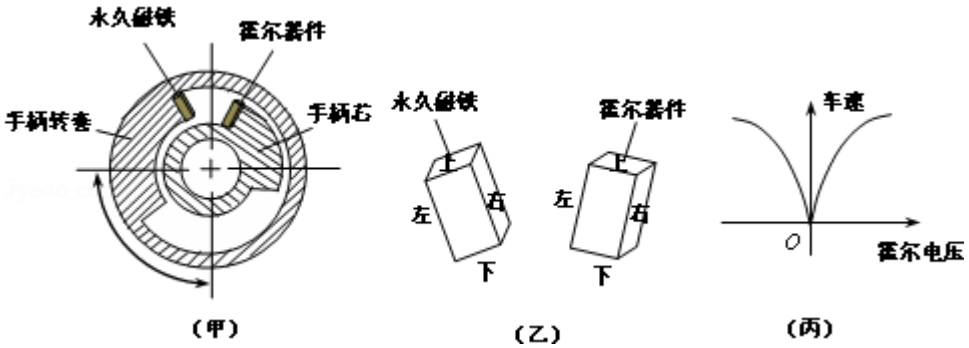
A．接通电源后，线圈产生磁场，带电小球受到洛伦兹力，从而导致圆盘沿顺时针转动（从上向下看）

B．接通电源后，线圈产生磁场，带电小球受到洛伦兹力，从而导致圆盘沿逆时针转动（从上向下看）

C．接通电源的瞬间，线圈产生变化的磁场，从而产生电场，导致圆盘沿顺时针转动（从上向下看）

D．接通电源的瞬间，线圈产生变化的磁场，从而产生电场，导致圆盘沿逆时针转动（从上向下看）

20．电动自行车是一种应用广泛的交通工具，其速度控制是通过转动右把手实现的，这种转动把手称“霍尔转把”，属于传感器非接触控制．转把内部有永久磁铁和霍尔器件等，截面如图（甲）．开启电源时，在霍尔器件的上下面之间加一定的电压，形成电流，如图（乙）．随着转把的转动，其内部的永久磁铁也跟着转动，霍尔器件能输出控制车速的电压，已知电压与车速关系如图（丙）．以下关于“霍尔转把”叙述正确的是（　　）



A．为提高控制的灵敏度，永久磁铁的上、下端分别为 N、S 极

B．按图甲顺时针转动电动车的右把手，车速将变快

C．图乙中从霍尔器件的左右侧面输出控制车速的霍尔电压

D．若霍尔器件的上下面之间所加电压正负极性对调，将影响车速控制

21．（1）在“练习使用多用电表”的实验中，某同学用多用电表的欧姆档测量阻值约为十几 kΩ 的电阻 R_x．

①该同学列出了以下可能的操作步骤，其中 S 为选择开关，P 为欧姆档调零旋钮，把你认为正确步骤前的字母按合理的顺序填写在下面的横线上：____．

a．将两表笔短接，调节 P 使表针指向欧姆零点，断开两表笔

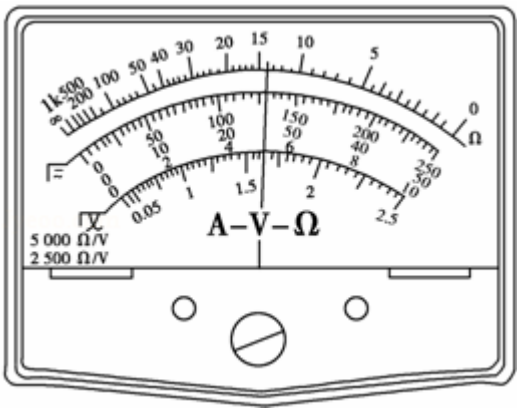
b．将两表笔分别连接到被测电阻的两端，读出 R_x 的阻值后，断开两表笔

c．旋转 S 至×1k 位置

d．旋转 S 至×100 位置

e．旋转 S 至 OFF 位置，并拔出两表笔

②该同学按正确的步骤测量 R_x，表针位置如图所示，被测电阻 R_x 的阻值约为____Ω．



（2）用如图 1 所示的实验装置做“探究加速度与力、质量关系”的实验：

①下面列出了一些实验器材：

电磁打点计时器、纸带、带滑轮的长木板、垫块、小车和砝码、砂和砂桶．除以上器材外，还需要的实验器材有：____．（多选）

A．秒表　　B．天平（附砝码）

C．刻度尺（最小刻度为 mm）　　D．低压交流电源

②实验中，需要平衡小车和纸带运动过程中所受的阻力，正确的做法是____．

A．小车放在木板上，把木板一端垫高，调节木板的倾斜程度，使小车在不受绳的拉力时沿木板做匀速直线运动．

B．小车放在木板上，挂上砂桶，把木板一端垫高，调节木板的倾斜程度，使小车在砂桶的作用下沿木板做匀速直线运动．

C．小车放在木板上，后面固定一条纸带，纸带穿过打点计时器．把木板一端垫高，调节木板的倾斜程度，使小车在不受绳的拉力时能拖动纸带沿木板做匀速直线运动．

③实验中，为了保证砂和砂桶所受的重力近似等于使小车做匀加速运动的拉力，砂和砂桶的总质量 m 与小车和车上

砝码的总质量 M 之间应满足的条件是____．这样，在改变小车上砝码的质量时，只要砂和砂桶质量不变，就可以认为小车所受拉力几乎不变．

④实验中需要计算小车的加速度．如图 2 所示，A、B、C 为三个相邻的计数点，若相邻计数点之间的时间间隔为 T，A、B 间的距离为 x_1，B、C 间的距离为 x_2，则小车的加速度 a=____．已知 T=0.10s，x_1=5.90cm，x_2=6.46cm，则 a=____ m/s^2（结果保留 2 位有效数字）．

⑤某小组在研究“外力一定时，加速度与质量的关系”时，保持砂和砂桶质量不变，改变小车质量 M，分别记录小车加速度 a 与其质量 M 的数据．在分析处理数据时，该组同学产生分歧：甲同学认为根据实验数据可以作出小车加速度 a 与其质量 M 的图象，如图 3（甲），然后由图象直接得出 a 与 M 成反比．乙同学认为应该继续验证 a 与其质量倒数$\frac{1}{M}$是否成正比，并作出小车加速度 a 与其质量倒数$\frac{1}{M}$的图象，如图 3（乙）所示．你认为同学____（选填“甲”或“乙”）的方案更合理．

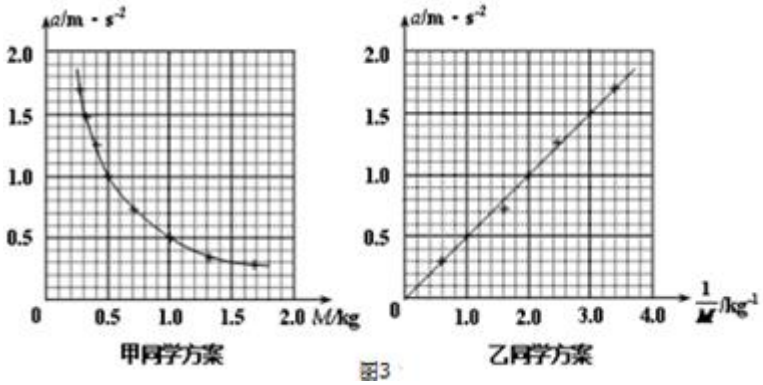


图3

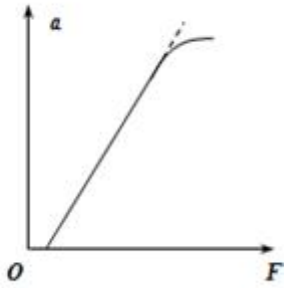


图4

⑥另一小组在研究“小车质量一定时，加速度与质量的关系”时，用改变砂的质量的办法来改变对小车的作用力 F，然后根据测得的数据作出 a－F 图象，如图 4 所示．发现图象既不过原点，末端又发生了弯曲，可能原因是____．

A．没有平衡摩擦力，且小车质量较大

B．平衡摩擦力时，木板的倾斜角度过大，且砂和砂桶的质量较大

C．平衡摩擦力时，木板的倾斜角度过小，且砂和砂桶的质量较大

D．平衡摩擦力时，木板的倾斜角度过小，且小车质量较大．

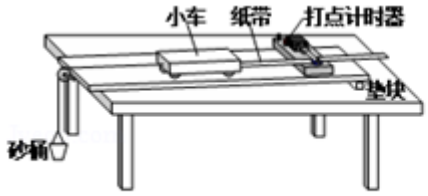


图1

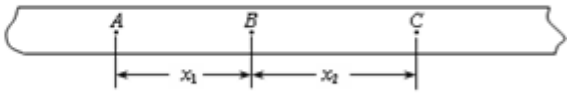


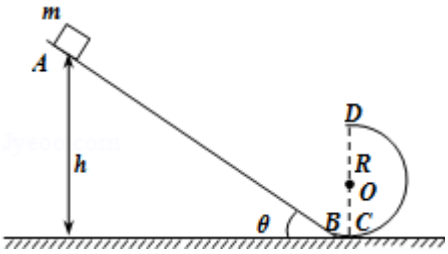
图2

22．如图所示，光滑的倾斜轨道 AB 与粗糙的竖直放置的半圆型轨道 CD 通过一小段圆弧 BC 平滑连接，BC 的长度可忽略不计，C 为圆弧轨道的最低点．一质量 m=0.1kg 的小物块在 A 点从静止开始沿 AB 轨道下滑，进入半圆型轨道 CD．已知半圆型轨道半径 R=0.2m，A 点与轨道最低点的高度差 h=0.8m，不计空气阻力，小物块可以看作质点，重力加速度取 $g=10m/s^2$．求：

（1）小物块运动到 C 点时速度的大小；

（2）小物块运动到C点时，对半圆型轨道压力的大小；

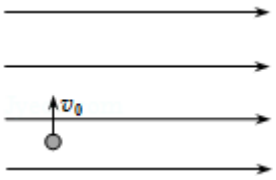
（3）若小物块恰好能通过半圆型轨道的最高点D，求在半圆型轨道上运动过程中小物块克服摩擦力所做的功.



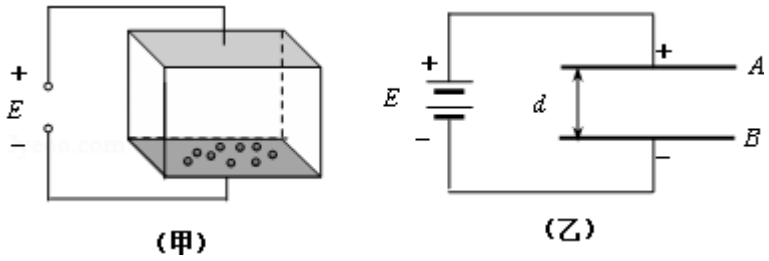
23.（1）场是物理学中的重要概念，除了电场和磁场，还有引力场．物体之间的万有引力就是通过引力场发生作用的，地球附近的引力场叫重力场．仿照电场强度的定义，请你定义重力场强度的大小和方向.

（2）电场强度和电势都是描述电场的物理量，请你在匀强电场中推导电场强度与电势差的关系式.

（3）如图所示，有一水平向右的匀强电场，一带正电的小球在电场中以速度 v_0 竖直向上抛出，小球始终在电场中运动．已知小球质量为 m，重力加速度为 g，其所受电场力为重力的$\frac{3}{4}$．求小球在运动过程中的最小速度的大小和方向.（已知：sin37°=0.6，cos37°=0.8）



24．如图（甲）的演示实验，在上下面都是金属板的玻璃盒内，放了许多用锡箔纸揉成的小球，当上下板间加上电压后，小球就上下不停地跳动．



（甲）　　（乙）

现取以下简化模型进行定量研究：

如图（乙）所示，电容为 C 的平行板电容器的极板 A 和 B 水平放置，相距为 d，与电动势为 E、内阻可不计的电源相连．设两板之间只有一个质量为 m 的导电小球，小球可视为质点．假设小球与极板发生碰撞后，小球的速度立即变为零，带电情况也立即改变，小球所带电荷符号与该极板相同，电量为极板电量的 k 倍（k＜＜1）．不计带电小球对极板间匀强电场的影响．重力加速度为 g．

（1）欲使小球能够不断地在两板间上下往返运动，电动势 E 至少应大于多少？

（2）设上述条件已满足在较长的时间间隔 T 内小球做了很多次往返运动．求：

①在 T 时间内小球往返运动的次数；

②在 T 时间内电源输出的平均功率．

参考答案

13.【解答】ABC、根据折射率的定义得：$n=\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}=\sqrt{2}$，故 A 正确，BC 错误；

D、光从真空斜射向某种介质的表面，是从光疏介质射向光密介质，不可能发生全反射，故 D 错误；

故选：A

14.【解答】根据电荷数守恒可知，射线的电荷数：z=90﹣91=﹣1，结合质量数守恒知钍核衰变过程中放出了一个电子，即 x 为 β 粒子，故 D 正确.

故选：D

15.【解答】A、压缩气体越来越费力，是因为气体的体积减小，单位体积内的分子数增多，使得在相同时间内撞击活塞的气体分子数目增多，气体的压强增大，需要用的外力增大．故 A 正确；

B、根据气体的特点可知，气体分子间有较大的间隙．故 B 错误.

C、此过程中气体的温度保持不变，则分子的平均动能不变．故 C 错误；

D、气体分子间距较大，分子力表现为很小的引力．故 D 错误.

故选：A

16.【解答】A、万有引力提供向心力得 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$，则半径大的线速度小，则 A 错误

B、万有引力提供向心力得：$\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$，则半径大的角速度小，则 B 错误

C、万有引力提供向心力得：$T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$，则半径大的周期大，则 C 正确

D、万有引力提供向心力得：$a=\frac{GM}{r^2}$，则半径大的加速度小，则 D 错误

故选：C

17.【解答】A、由甲图知，该波的波长为 λ=5m﹣1m=4m，故 A 错误.

B、由乙图知，该波的周期为 T=2s，故 B 错误.

C、由乙图知，x=3m 处的质点在 t=0 时刻向下振动，在甲图上，根据上下坡法知，该波沿 x 轴正方向传播，故 C 错误.

D、该波的波速为 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{4}{2}=2m/s$．故 D 正确.

故选：D

18.【解答】A、在环刚刚开始运动时，只受到重力的作用，向下运动的过程中弹簧被拉长，弹簧的弹力沿弹簧的方向斜向上，竖直方向向上的分力随弹簧的伸长而增大，所以环受到的合力沿竖直方向的分力先向下，逐渐减小，该过程中环的速度增大；圆环所受合力为零时，速度最大，此后圆环继续向下运动，则弹簧的弹力增大，合力的方向向上，并逐渐增大，环向下做减速运动，直到速度为 0．所以圆环的动量先增大后减小．但弹簧对圆环的冲量方向始终斜向左上方．故 A 错误；

B、环先加速后减速，所以动能先增大后减小．故 B 错误．

C、圆环所受合力为零，速度最大，此后圆环继续向下运动，则弹簧的弹力增大，圆环下滑到最大距离时，所受合力不为零，故 C 错误．

D、图中弹簧水平时恰好处于原长状态，圆环下滑到最大距离时弹簧的长度变为 2L，可得物体下降的高度为 h=$\sqrt{3}$L，根据系统的机械能守恒得

弹簧的弹性势能增大量为△E_p=mgh=$\sqrt{3}$mgL，故 D 正确．

故选：D．

19.【解答】A、小球在静止时不受洛伦兹力，故圆盘不会发生转动；故 AB 错误；

C、若金属小球带正电且线圈中电流突然增大，根据电磁场理论可知，电场力顺时针方向，则圆盘转动方向与电流流向相反；故圆盘沿顺时针转动； 故 C 正确； D 错误；

故选：C．

20.【解答】A、由于在霍尔器件的上下面之间加一定的电压，形成电流，当永久磁铁的上下端分别为 N、S 极时，磁场与电子的移动方向平行，则电子不受洛伦兹力作用，那么霍尔器件不能输出控制车速的电势差，故 A 错误；

B、当按图甲顺时针转动把手，导致霍尔器件周围的磁场增加，那么霍尔器件输出控制车速的电势差增大，因此车速变快，故 B 正确；

C、根据题意，结合图乙的示意图，那么永久磁铁的 N、S 极可能在左、右侧面，或在前、后表面，因此从霍尔器件输出控制车速的电势差，不一定在霍尔器件的左右侧面，也可能在前后表面，故 C 错误；

D、当霍尔器件的上下面之间所加电压正负极性对调，从霍尔器件输出控制车速的电势差正负号相反，但由图丙可知，不会影响车速控制，故 D 错误；

故选：B．

21.【解答】（1）①欧姆表每次使用应该先选档位，然后欧姆调零，最后测量，欧姆表指针指在中间附近时，读数最准确，故即选“×1k”挡，欧姆调零，测量读数；最后旋到交流最大挡，防止漏电，故在用红、黑表笔接触这个电阻两端之前，操作步骤必须的是：选档和欧姆调零．故有用的操作顺序为：c、a、b、e．

②欧姆表的示数乘以相应档位的倍率即为待测电阻的阻值，即为：14×1000=1.4×10^4Ω

故答案为：①cabe；②1.4×10^4

（2）①实验过程需要测出小车质量、砂与砂桶质量，因此实验炫耀天平，处理实验数据时需要测出计数点间的距离，实验需要毫米刻度尺，电磁打点计时器需要使用低压交流电源，故选 BCD；

②实验前要平衡摩擦力，平衡摩擦力时要把小车放在木板上，后面固定一条纸带，纸带穿过打点计时器．把木板一端垫高，调节木板的倾斜程度，使小车在不受绳的拉力时能拖动纸带沿木板做匀速直线运动，故选 C；

③当小车质量远大于砂与砂桶质量时可以近似认为小车受到的拉力等于砂和砂桶所受的重力，因此实验需要满足的条件是：M＞＞m．

④由△x=at^{2}可知，小车的加速度为:：a=$\frac{x_2-x_1}{T^2}=\frac{0.0646-0.0590}{0.1^2}$=0.56m/s^2.

⑤由牛顿第二定律得：a=$\frac{F}{M}=\frac{1}{M}F$，由此可知：a 与$\frac{1}{M}$成正比，为方便实验数据处理，应作出 a - $\frac{1}{M}$图象，因此同学乙的方案更合理；

⑥由图示图象可知，图象没有过原点，当拉力大到一定值时才产生加速度，这是由于实验前没有平衡摩擦力或平衡摩擦力不足即木板倾角过小造成的；由图示图象可知，当 F 较大时图象发生弯曲，这是由于砂与砂桶质量过大造成的，故 C 正确，故选 C.

故答案为：①BCD；②C；③M＞＞m；④$\frac{x_2-x_1}{T^2}$；0.56；⑤乙；⑥C.

22.【解答】（1）从 A 到 C，小物块的机械能守恒.

mgh=$\frac{1}{2}mv_C^2$

解得：v_c=4m/s；

（2）在 C 点，小物块做圆周运动.

FN - mg=m$\frac{v_C^2}{R}$

解得：F_N=9N

根据牛顿第三定律，物块对轨道的压力大小 F_N'=9N；

（3）若小物块恰好能通过圆弧轨道的最高点 D，则有

mg=$\frac{v_D^2}{R}$

物块从 C 到 D，由动能定理得：

- mg2R - W_f=$\frac{1}{2}mv_D^2-\frac{1}{2}mv_C^2$

解得：W_f=0.3J

答：（1）小物块运动到 C 点时速度的大小为 4m/s；

（2）小物块运动到 C 点时，对半圆型轨道压力的大小为 9N.

（3）在半圆型轨道上运动过程中小物块克服摩擦力所做的功为 0.3J.

23.【解答】（1）地球附近的引力场叫重力场，将物体的重力与它的质量的比值定义为重力场强度，故：E=$\frac{G}{m}$，

方向与重力 G 的方向相同（或竖直向下）；

（2）设 A、B 为匀强电场中的两点，从 A 到 B，电场力做功为：

W=Fd=qEd，其中 d 为 AB 沿电场方向的距离.

点电荷 q 从 A 到 B，电势能的减小量等于电场力做的功，为：

$W=qU_{AB}$，

故 $U_{AB}=Ed$；

（3）当小球的速度方向与合力方向垂直时，小球的速度最小.

$$v_x=\frac{qE}{m}\cdot t=\frac{3}{4}gt,$$

$v_y=v_0-gt$，

$$\frac{v_y}{v_x}=\frac{3}{4},$$

解得：$t=\frac{16v_0}{25g}$，

所以：$v_x=\frac{12}{v_0}v_0$，$v_y=\frac{9}{25}v_0$，

合速度 $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=0.6v_0$，

速度 v 的方向斜向上且与水平方向成 37° 角；

答：（1）证明如上；

（2）匀强电场中电场强度与电势差的关系式为 $U_{AB}=Ed$；

（3）小球在运动过程中的最小速度的大小为 $0.6v_0$，方向斜向上且与水平方向成 37° 角.

24.【解答】（1）用 Q 表示极板电荷量的大小，q 表示碰后小球电荷量的大小，要使小球能不停地往返运动，小球所受的向上的电场力至少应大于重力，故：

$q\cdot\frac{E}{d}>mg$，（注意题目 E 表示电动势大小）

根据题意，有：

$q=kQ$，

电量：

$Q=CE$

解得：$E>\sqrt{\frac{mgd}{kC}}$

（2）①当小球带负电时，小球所受电场力与重力方向相反，向上做加速运动. 以 a_1 表示其加速度，t_1 表示从 B 板到 A 板所用的时间，则有：

$$q\cdot\frac{E}{d}-mg=ma_1,$$

其中：$d=\frac{1}{2}a_1t_1^2$，

当小球带正电时，小球所受电场力与重力方向相同，向下做加速运动. 以 a_2 表示其加速度，t_2 表示从 A 板到 B 板所用的时间，则有：

$q\cdot\frac{E}{d}+mg=ma_2$

其中：$d=\frac{1}{2}a_2t_2^2$，

小球往返一次共用的时间为（t_1+t_2），故小球在 T 时间内往返的次数 $N=\frac{T}{t_1+t_2}$，

由以上有关各式得：$N=\frac{T}{\sqrt{\frac{2d}{\frac{kCE^2}{md}-g}+\frac{2d}{\frac{kCE^2}{md}+g}}}$；

②小球往返一次通过电源的电量为 2q，在 T 时间内通过电源的总电量 Q'=2qN，

电路中的平均电流 $I=\frac{2qN}{T}$，

电源的输出功率 P=EI，

解得：$P=\frac{2kCE^2}{\sqrt{\frac{2d}{\frac{kCE^2}{md}-g}+\frac{2d}{\frac{kCE^2}{md}+g}}}$；

答：（1）欲使小球能够不断地在两板间上下往返运动，电动势 E 至少应大于 $\sqrt{\frac{mgd}{kC}}$；

（2）①在 T 时间内小球往返运动的次数为 $\frac{T}{\sqrt{\frac{2d}{\frac{kCE^2}{md}-g}+\frac{2d}{\frac{kCE^2}{md}+g}}}$；

②在 T 时间内电源输出的平均功率为 $\frac{2kCE^2}{\sqrt{\frac{2d}{\frac{kCE^2}{md}-g}+\frac{2d}{\frac{kCE^2}{md}+g}}}$.