2012 北京海淀高三二模

物　　理

一、选择题

1.（6 分）关于物理学发展史上的一些重大事件，下列说法中正确的是（　　）

A．普朗克为解释光电效应实验现象提出了光子说

B．卢瑟福为解释 α 粒子散射实验现象提出了原子核式结构学说

C．贝克勒尔在研究天然放射现象的基础上大胆地预测原子核由质子和中子组成

D．麦克斯韦的电磁理论认为，任何变化的电场周围一定产生变化的磁场

2.（6 分）下列说法中正确的是（　　）

A．我们观察到的太阳光谱是明线光谱

B．红光和紫光从水中射向空气时，紫光发生全反射的临界角比红光的大

C．紫外线比红外线的频率高，所以紫外线的热效应比红外线的热效应更显著

D．单个原子跃迁发光的过程中，发出紫光的原子比发出红光的原子能量变化大

3.（6 分）随着航天技术的发展，在地球周围有很多人造飞行器，其中有一些已超过其设计寿命且能量耗尽．每到太阳活动期，地球的大气层会变厚，这时有些飞行器在大气阻力的作用下，运行的轨道高度将逐渐降低（在其绕地球运动的每一周过程中，轨道高度变化很小均可近似视为匀速圆周运动）．为了避免飞行器坠入大气层后对地面设施及人员造成安全威胁，人们设想发射导弹将其在运行轨道上击碎．具体设想是：在导弹的弹头脱离推进装置后，经过一段无动力飞行，从飞行器后下方逐渐接近目标，在进入有效命中距离后引爆弹头并将该飞行器击碎．对于这一过程中的飞行器及弹头，下列说法中正确的是（　　）

A．飞行器轨道高度降低后，它做圆周运动的速率变大

B．飞行器轨道高度降低后，它做圆周运动的周期变大

C．弹头在脱离推进装置之前，始终处于失重状态

D．弹头引爆前瞬间，弹头的加速度一定小于此时飞行器的加速度

4.（6 分）“蹦极”运动是勇敢者的运动．蹦极运动员将弹性长绳（质量忽略不计）的一端系在双脚上，另一端固定在高处的跳台上，运动员无初速地从跳台上落下．若不计空气阻力，对于运动员的第一次下落过程，以下说法中正确的是（　　）

A．弹性绳开始对运动员施力后，运动员立即开始做减速运动

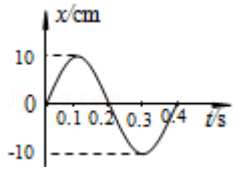
B．从弹性绳开始对运动员施力至运动员所受重力与弹性绳对他的弹力相等的过程中，运动员的重力势能与弹性绳的弹性势能之和不断增大

C．整个下落过程中，重力对运动员的冲量大小等于弹性绳弹力对运动员的冲量大小

D．整个下落过程中，重力对运动员所做的功小于运动员克服弹性绳弹力所做的功

5.（6 分）在光滑水平面上放有一根平直的弹性轻质长绳，绳上从左向右均匀分布有一系列质点 1，2，3，…，相

邻两个质点间的距离均为 0.10m．在 t=0 时刻质点 1 开始沿垂直于绳的方向在水平面内做简谐运动，运动图象如图所示．此振动沿绳向右传播，当振动刚好传播到质点 13 时，质点 1 恰好完成第一次全振动．则（　　）



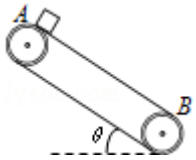
A．此振动在绳中传播的速度大小为 3.25m/s

B．质点 13 开始振动时的运动方向沿 x 轴正方向

C．质点 13 开始振动时，质点 7 通过的路程为 10cm

D．质点 7 开始运动后与质点 1 的运动方向总是相同的

6．（6 分）如图所示，A、B 两个皮带轮被紧绷的传送皮带包裹，传送皮带与水平面的夹角为 θ，在电动机的带动下，可利用传送皮带传送货物．已知皮带轮与皮带之间无相对滑动，皮带轮不转动时，某物体从皮带顶端由静止开始下滑到皮带底端所用的时间是 t，则（　　）



A．当皮带轮逆时针匀速转动时，该物体从顶端由静止滑到底端所用时间一定大于 t

B．当皮带轮逆时针匀速转动时，该物体从顶端由静止滑到底端所用时间一定小于 t

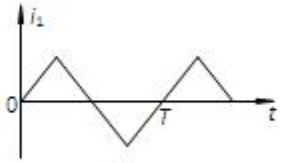
C．当皮带轮顺时针匀速转动时，该物体从顶端由静止滑到底端所用时间可能等于 t

D．当皮带轮顺时针匀速转动时，该物体从顶端由静止滑到底端所用时间一定小于 t

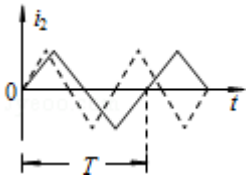
7．（6 分）某学生设计了一个验证法拉第电磁感应定律的实验，实验装置如图甲所示．在大线圈Ⅰ中放置一个小线圈Ⅱ，大线圈Ⅰ与多功能电源连接．多功能电源输入到大线圈Ⅰ的电流 i_1 的周期为 T，且按图乙所示的规律变化，电流 i_1 将在大线圈Ⅰ的内部产生变化的磁场，该磁场磁感应强度 B 与线圈中电流 i 的关系为 $B=ki_1$（其中 k 为常数）．小线圈Ⅱ与电流传感器连接，并可通过计算机处理数据后绘制出小线圈Ⅱ中感应电流 i_2 随时间 t 变化的图象．若仅将多功能电源输出电流变化的频率适当增大，则下图中所示各图象中可能正确反映 i_2－t 图象变化的是（图中分别以实线和虚线表示调整前、后的 i_2－t 图象）（　　）

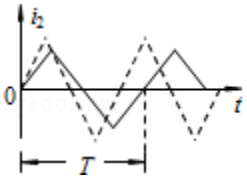


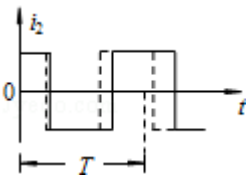
甲

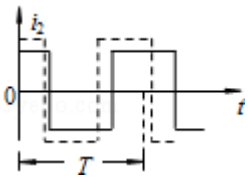


乙

A.


B.


C.


D.


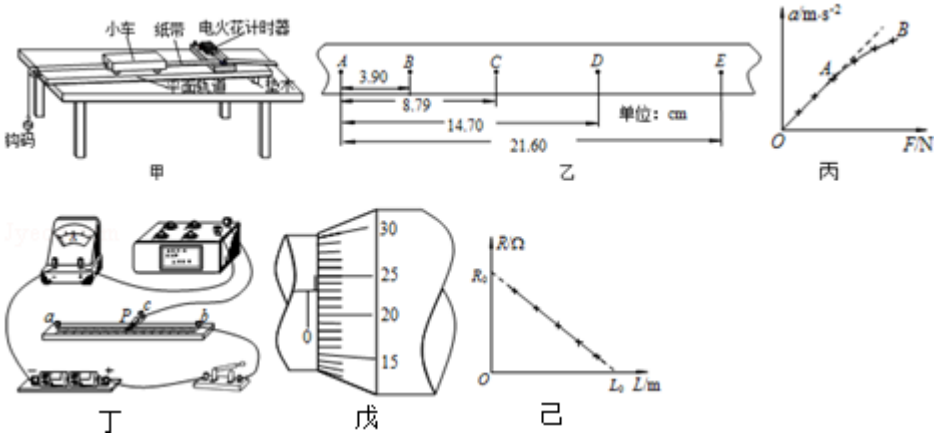
8．（6 分）物理关系式不仅反映了物理量之间的数值关系，也确定了单位间的关系．对于单位的分析是帮助我们检验研究结果正确性的一种方法．下面是同学们在研究平行板电容器充电后储存的能量 E_C 与哪些量有关的过程中得出的一些结论，式中 C 为电容器的电容、U 为电容器充电后其两极板间的电压、E 为两极板间的电场强度、d 为两极板

间的距离、S 为两极板正对面积、ε 为两极板间所充介质的相对介电常数（没有单位）、k 为静电力常量．请你分析下面给出的关于 E_C 的表达式可能正确的是（　　）

A．$E_C=\frac{1}{2}C^2U$　B．$E_C=\frac{1}{2}CU^3$　C．$E_C=\frac{\varepsilon}{8\pi k}E^2Sd$　D．$E_C=\frac{\varepsilon}{8\pi k}ESd$

二、非选择题

9．（18 分）（1）用如图甲所示装置做“探究物体的加速度跟力的关系”的实验．实验时保持小车的质量不变，用钩码所受的重力作为小车受到的合力，用打点计时器和小车后端拖动的纸带测出小车运动的加速度．



①实验时先不挂钩码，反复调整垫木的左右位置，直到小车做匀速直线运动，这样做的目的是____．

②图乙为实验中打出的一条纸带的一部分，从比较清晰的点迹起，在纸带上标出了连续的 5 个计数点 A、B、C、D、E，相邻两个计数点之间都有 4 个点迹没有标出，测出各计数点到 A 点之间的距离，如图乙所示．已知打点计时器接在频率为 50Hz 的交流电源两端，则此次实验中小车运动的加速度的测量值 a=____m/s^2．（结果保留两位有效数字）

③实验时改变所挂钩码的质量，分别测量小车在不同外力作用下的加速度．根据测得的多组数据画出 a－F 关系图线，如图丙所示．此图线的 AB 段明显偏离直线，造成此现象的主要原因可能是____．（选填下列选项的序号）

A．小车与平面轨道之间存在摩擦　　B．平面轨道倾斜角度过大

C．所挂钩码的总质量过大　　D．所用小车的质量过大

（2）小明利用实验室提供的器材测量某种电阻丝材料的电阻率，所用电阻丝的电阻约为 20Ω．他首先把电阻丝拉直后将其两端固定在刻度尺两端的接线柱 a 和 b 上，在电阻丝上夹上一个与接线柱 c 相连的小金属夹，沿电阻丝移动金属夹，可改变其与电阻丝接触点 P 的位置，从而改变接入电路中电阻丝的长度．可供选择的器材还有：

电池组 E（电动势为 3.0V，内阻约 1Ω）；电流表 A_1（量程 0～100mA，内阻约 5Ω）；电流表 A_2（量程 0～0.6A，内阻约 0.2Ω）；

电阻箱 R（0～999.9Ω）；开关、导线若干．

小明的实验操作步骤如下：

A．用螺旋测微器在电阻丝上三个不同的位置分别测量电阻丝的直径；

B．根据所提供的实验器材，设计并连接好如图丁所示的实验电路；

C．调节电阻箱使其接入电路中的电阻值较大，闭合开关；

D．将金属夹夹在电阻丝上某位置，调整电阻箱接入电路中的电阻值，使电流表满偏，记录电阻箱的电阻值 R 和接入电路的电阻丝长度 L；

E．改变金属夹与电阻丝接触点的位置，调整电阻箱接入电路中的阻值，使电流表再次满偏．重复多次，记录每一次电阻箱的电阻值 R 和接入电路的电阻丝长度 L．

F．断开开关．

①小明某次用螺旋测微器测量电阻丝直径时其示数如图戊所示，则这次测量中该电阻丝直径的测量值 d=____ mm；

②实验中电流表应选择____（选填“A_1”或“A_2”）；

③小明用记录的多组电阻箱的电阻值 R 和对应的接入电路中电阻丝长度 L 的数据，绘出了如图己所示的 R－L 关系图线，图线在 R 轴的截距为 R_0，在 L 轴的截距为 L_0，再结合测出的电阻丝直径 d，可求出这种电阻丝材料的电阻率 ρ=____（用给定的物理量符号和已知常数表示）．

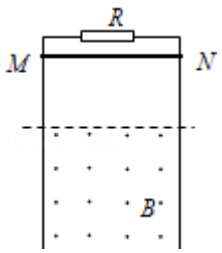
④若在本实验中的操作、读数及计算均正确无误，那么由于电流表内阻的存在，对电阻率的测量结果是否会产生影响？若有影响，请说明测量结果将偏大还是偏小．（不要求分析的过程，只回答出分析结果即可）答：____．

10．（16 分）如图所示，两根竖直放置的足够长的光滑平行金属导轨间距 l=0.50m，上端接有阻值 R=0.80Ω的定值电阻，导轨的电阻可忽略不计．导轨处于磁感应强度 B=0.40T、方向垂直于金属导轨平面向外的有界匀强磁场中，磁场的上边界如图中虚线所示，虚线下方的磁场范围足够大．一根质量 $m=4.0\times10^{-2}$kg、电阻 r=0.20Ω的金属杆 MN，从距磁场上边界 h=0.20m 高处，由静止开始沿着金属导轨下落．已知金属杆下落过程中始终与两导轨垂直且接触良好，重力加速度 $g=10m/s^2$，不计空气阻力．

（1）求金属杆刚进入磁场时通过电阻 R 的电流大小；

（2）求金属杆刚进入磁场时的加速度大小；

（3）若金属杆进入磁场区域一段时间后开始做匀速直线运动，则金属杆在匀速下落过程中其所受重力对它做功的功率为多大？



11．（18 分）大风可能给人们的生产和生活带来一些危害，同时风能也是可以开发利用的清洁能源．

（1）据北京市气象台监测显示，2012 年 3 月 23 日北京刮起了今年以来最大的风，其短时风力达到近十级．在海淀区某公路旁停放的一辆小轿车被大风吹倒的数字信息亭砸中，如图甲所示．已知该信息亭形状为长方体，其高度为 h，底面是边长为 l 的正方形，信息亭所受的重力为 G，重心位于其几何中心．

①求大风吹倒信息亭的过程中，至少需要对信息亭做多少功；

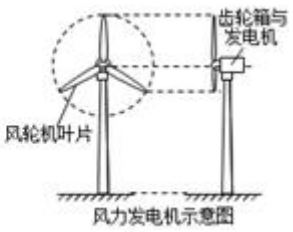
②若已知空气密度为 ρ，大风的风速大小恒为 v，方向垂直于正常直立的信息亭的竖直表面，大风中运动的空气与信息亭表面作用后速度变为零．求信息亭正常直立时，大风给它的对时间的平均作用力为多大．

（2）风力发电是利用风能的一种方式，风力发电机可以将风能（气流的动能）转化为电能，其主要部件如图乙所示．已知某风力发电机风轮机旋转叶片正面迎风时的有效受风面积为 S，运动的空气与受风面作用后速度变为零，风力发电机将风能转化为电能的效率和空气密度均保持不变．当风速为 v 且风向与风力发电机受风面垂直时，风力发电机输出的电功率为 P．求在同样的风向条件下，风速为$\frac{v}{2}$时这台风力发电机输出的电功率．

利用风能发电时由于风速、风向不稳定，会造成风力发电输出的电压和功率不稳定．请你提出一条合理性建议，解决这一问题．



甲



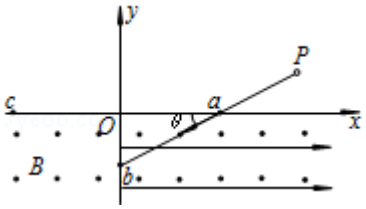
乙

12．（20 分）如图所示，坐标系 xOy 在竖直平面内，x 轴正方向水平向右，y 轴正方向竖直向上．y＜0 的区域有垂直于坐标平面向外的匀强磁场，磁感应强度大小为 B；在第一象限的空间内有与 x 轴平行的匀强电场（图中未画出）；第四象限有与 x 轴同方向的匀强电场；第三象限也存在着匀强电场（图中未画出）．一个质量为 m、电荷量为 q 的带电微粒从第一象限的 P 点由静止释放，恰好能在坐标平面内沿与 x 轴成 θ =30° 角的直线斜向下运动，经过 x 轴上的 a 点进入 y＜0 的区域后开始做匀速直线运动，经过 y 轴上的 b 点进入 x＜0 的区域后做匀速圆周运动，最后通过 x 轴上的 c 点，且 Oa=Oc．已知重力加速度为 g，空气阻力可忽略不计，求：

（1）第一象限电场的电场强度 E_1 的大小及方向；

（2）带电微粒由 P 点运动到 c 点的过程中，其电势能的变化量大小；

（3）带电微粒从 a 点运动到 c 点所经历的时间．



参考答案

一、选择题

1.【解答】A、爱因斯坦为解释光电效应实验现象提出了光子说．故 A 错误．

B、卢瑟福为解释 α 粒子散射实验现象提出了原子核式结构学说．故 B 正确．

C、卢瑟福在研究天然放射现象的基础上大胆地预测原子核由质子和中子组成．故 C 错误．

D、麦克斯韦的电磁理论认为，任何变化的电场周围一定产生磁场，不一定产生变化的磁场，只有当电场非均匀变化时，才产生变化的磁场．故 D 错误．

故选 B

2.【解答】A、我们观察到的太阳光谱是连续谱．故 A 错误．

B、红光的折射率小于紫光的折射率，根据 $\sin C=\frac{1}{n}$，知折射率大，临界角小．故 B 错误．

C、紫外线比红外线的频率高，但是热效应与频率无关，红外线的热效应比较显著．故 C 错误．

D、根据 E=hv，知光子频率越高，能量越大，紫光的频率大于红光的频率，则发出紫光的原子比发出红光的原子能量变化大．故 D 正确．

故选 D.

3.【解答】A、根据万有引力提供向心力得：

$$G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$$

解得：$v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$，飞行器轨道高度降低后，它做圆周运动的速率变大，故 A 正确；

B、根据 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{4\pi^2R}{T^2}$

解得：$T=\sqrt{\frac{4\pi^2R^3}{GM}}$，飞行器轨道高度降低后，它做圆周运动的周期变小，故 B 错误；

C、弹头在脱离推进装置之前，在推力作用下做向上的加速运动，处于超重状态，故 C 错误；

D、弹头引爆前瞬间，弹头的半径小于飞行器的半径，根据 $G\frac{Mm}{R^2}=ma$ 得：$a=G\frac{M}{R^2}$，所以弹头引爆前瞬间，弹头的加速度一定大于此时飞行器的加速度，故 D 错误．

故选 A

4.【解答】A、弹性绳开始对运动员施力后，运动员先加速后减速，故 A 错误；

B、从弹性绳开始对运动员施力至运动员所受重力与弹性绳对他的弹力相等的过程中，运动员做加速度不断减小的

加速运动，运动员的重力势能与弹性绳的弹性势能以及运动员的动能总量保持不变，由于动能不断增大，故运动员的重力势能与弹性绳的弹性势能之和不断减小，故 B 错误；

C、整个下落过程中，只有重力和拉力有冲量；由于初末速度都为零，根据动量定理，重力对运动员的冲量大小等于弹性绳弹力对运动员的冲量大小，故 C 正确；

D、整个下落过程中，由于初末速度都为零，根据动能定理，总功为零，故重力对运动员所做的功等于运动员克服弹性绳弹力所做的功，故 D 错误；

故选：C.

5.【解答】A、由图知周期 T=0.4s，由题得知波长 λ=1.2m，则波速 $v=\frac{\lambda}{T}$=3m/s．故 A 错误.

B、由图读出 t=0 时刻质点 1 的振动方向沿 x 轴正方向，则知质点 13 开始振动时的运动方向也沿 x 轴正方向．故 B 正确.

C、振动由质点 7 传到质点 13 的时间为 0.5T，则在此时间内质点 7 通过的路程为 2A=20cm．故 C 错误.

D、质点 7 与质点 1 的距离是半个波长，振动情况总是相反．故 D 错误.

故选 B

6.【解答】A、B、传送带不动物体下滑时，物体受摩擦力向上，故加速度 $a=\frac{mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta}{m}$=g（sinθ - μcosθ）； 当传送带向上运动时，摩擦力一定也是向上，而摩擦力的大小不变，故 a 不变，所以物体运动到 B 的时间不变，故 A 错误，B 错误；

C、D、当皮带向下运动时，物体受摩擦力开始是向下的，故加速度开始一定增大，位移不变，故由 A 滑到 B 的时间小于 t，故 C 错误，D 正确；

故选：D.

7.【解答】根据法拉第电磁感应定律得，$E=N\frac{\triangle B}{\triangle t}S$，因为大线圈中每个时间段内电流均匀变化，则每个时间段内产生的感应电动势不变，则小线圈中每个时间段内感应电流的大小不变．因为多功能电源输出电流变化的频率适当增大，则产生的感应电动势适当增加，感应电流大小适当增加，变化的周期变小．故 D 正确，A、B、C 错误.

故选 D.

8.【解答】A、C 为电容器的电容，根据 $C=\frac{Q}{U}$得电容的单位可以写成 1C/V，

所以$\frac{1}{2}C^2U$的单位是 $1C^2/V$，

储存的能量 E_C的单位是 J，

根据 w=qU 得 1J=1C•V，故 A 错误.

B、$\frac{1}{2}CU^3$的单位是 $1CV^2$，故 B 错误

C、根据电容 $C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$，

$\frac{\varepsilon}{8\pi k}E^2Sd=\frac{1}{2}CE^2d^2$

根据 U=Ed

所以$\frac{\varepsilon}{8\pi k}E^2Sd=\frac{1}{2}CU^2$，即单位是 1C•V，故 C 正确，D 错误.

故选 C.

二、非选择题

9.【解答】（1）①实验时先不挂钩码，反复调整垫木的左右位置，直到小车做匀速直线运动，这样做的目的是平衡小车受到的摩擦力.

②计数点间的时间间隔 t=0.02s×5=0.1s，小车的加速度 $a=\frac{a_1+a_2}{2}=\frac{CD-AB+(DE-BC)}{4t^2}=\frac{CE-AC}{4t^2}=\frac{21.60cm-8.79cm-8.79cm}{4\times(0.1s)^2}\approx100cm/s^2=1.0m/s^2$；

③实验过程中，如果所挂钩码质量过大，小车受到的拉力会明显小于钩码重力，a﹣F 关系图线会明显偏离直线，故 C 正确；

（2）①由图示螺旋测微器可知，固定刻度是 0.5mm，

可动刻度是 23.0×0.01mm=0.230mm，金属丝直径 d=0.5mm+0.230mm=0.730mm.

②电路最大电流约为 $I=\frac{E}{r+R}=\frac{3V}{1\Omega+20\Omega}\approx0.14A$，不到 0.6A 的四分之一，

如果使用电流表 A_2 实验较大，因此电流表应选 A_1.

③由实验步骤可知，外电路电阻不变，由串联电路特点可知，

外电路总电阻 $R_{总}=R+R_{电阻丝}=R+\rho\frac{L}{S}=R+\rho\frac{L}{\pi(\frac{d}{2})^2}=R+\rho\frac{4L}{\pi d^2}$，

由图象可知，当电阻丝接入电路的长度为零是，电路总电阻 $R_{总}=R_0$，

则 $R+\rho\frac{4L}{\pi d^2}=R_0$，$R=R_0-\rho\frac{4L}{\pi d^2}$，图象斜率 $k=\frac{R_0}{L_0}=\frac{4\rho}{\pi d^2}$，则电阻率 $\rho=\frac{\pi d^2R_0}{4L_0}$；

④应用图象法处理实验数据，电流表内阻对实验结果没有影响.

故答案为（1）①平衡摩擦力；②1.0 ③C；（2）①0.730；②A_1；③$\frac{\pi d^2R_0}{4L_0}$；④不产生影响.

10.【解答】解：（1）金属杆 MN 自由下落，设 MN 刚进入磁场时的速度为 v，根据机械能守恒定律，有 $mgh=\frac{1}{2}mv^2$

解得 $v=\sqrt{2gh}=2.0m/s$

MN 刚进入磁场时产生的感应电动势 E=Blv=0.4×0.5×2V=0.40V

通过电阻 R 的电流大小 $I=\frac{E}{R+r}=0.40A$

（2）MN 刚进入磁场时 $F_{安}=BIl=0.4\times0.4\times0.5N=0.08N$

设 MN 刚进入磁场时的加速度大小为 a，根据牛顿第二运动定律，有

$mg-F_{安}=ma$

解得 $a=8.0m/s^2$

（3）根据力的平衡条件可知，MN 在磁场中匀速下落时有 $mg=F_{安}$

设 MN 在磁场中匀速下落时的速度为 v_m，则此时的感应电动势 $E=Blv_m$，感应电流 $I=\frac{BLv_m}{R+r}$

安培力 $F_{安}=\frac{B^2l^2v_m}{R+r}$

联立可解得 $v_m=\frac{mg(R+r)}{B^2l^2}=10.0m/s$

在匀速下落过程中重力对金属杆做功的功率 $P=mgv_m=4.0W$.

答：（1）金属杆刚进入磁场时通过电阻 R 的电流大小为 0.40A.

（2）金属杆刚进入磁场时的加速度大小为 $8.0m/s^2$.

（3）金属杆在匀速下落过程中其所受重力对它做功的功率为 4.0W.

11.【解答】解：（1）①信息亭被大风吹倒的过程中，其重心上升的最大高度为

$\triangle h=\frac{1}{2}(\sqrt{h^2+l^2}-h)$

当信息亭重心最高时速度为零，风对信息亭所做的功最少．设风吹倒信息亭至少做的功为 W，由动能定理，有 $W-G\triangle h=0$

解得 $W=\frac{1}{2}G(\sqrt{h^2+l^2}-h)$

②在△t 时间内垂直于信息亭表面吹来的风的空气质量为 $\triangle m=\rho hlv\triangle t$

设信息亭对空气的作用力为 F，由动量定理，有 $-F\triangle t=0-\rho hlv^2\triangle t$

解得 $F=\rho hlv^2$

根据牛顿第三定律可知，大风（空气）对信息亭的作用力

$F'=F=\rho hlv^2$

（2）单位时间内垂直吹向旋转叶片有效受风面积的空气的质量为 $m=\rho Sv$

这些空气所具有的动能为 $E_k=\frac{1}{2}\rho Sv^3$

设风力发电机将风能转化为电能的效率为 k，则风力发电机输出的电功率为

$P=kE_k=\frac{1}{2}k\rho Sv^3$

当风速为$\frac{v}{2}$时输出的电功率 $P'=\frac{1}{2}k\rho S(\frac{v}{2})^3=\frac{1}{8}P$

若风向改变，可以调整风车的叶面朝向，使叶面与风速垂直，风力发电机更多地接受风能；风大时可以让风力发电机将多余的电能给蓄电池充电，把电能储存起来，发电机输出功率变小时用蓄电池辅助供电等.

答；（1）①大风吹倒信息亭的过程中，至少需要对信息亭做功$\frac{1}{2}G(\sqrt{h^2+l^2}-h)$；

②信息亭正常直立时，大风给它的平均作用力为ρhlv^2.

（2）发电机输出的电功率为$\frac{1}{8}P$.

12.【解答】解：（1）在第一象限内，带电微粒从静止开始沿 Pa 做匀加速直线运动，受重力 mg 和电场力 qE_1 的合力一定沿 Pa 方向，电场力 qE_1 一定水平向左.

带电微粒在第四象限内受重力 mg、电场力 qE_2 和洛仑兹力 qvB 做匀速直线运动，所受合力为零. 分析受力可知微粒所受电场力一定水平向右，故微粒一定带正电.

所以，在第一象限内 E_1 方向水平向左（或沿 x 轴负方向）.

根据平行四边形定则，有 $mg=qE_1\tan\theta$

解得 $E_1=\frac{\sqrt{3}mg}{q}$.

（2）带电粒子从 a 点运动到 c 点的过程中，速度大小不变，即动能不变，且重力做功为零，所以从 a 点运动到 c 点的过程中，电场力对带电粒子做功为零.

由于带电微粒在第四象限内所受合力为零，因此有 $qvB\cos\theta=mg$

带电粒子通过 a 点的水平分速度 $v_x=v\cos\theta=\frac{mg}{Bq}$

带电粒子在第一象限时的水平加速度 $a_x=\frac{qE_1}{m}=\sqrt{3}g$

带电粒子在第一象限运动过程中沿水平方向的位移 $x=\frac{v_x^2}{2a}=\frac{\sqrt{3}m^2g}{6B^2q^2}$.

由 P 点到 a 点过程中电场力对带电粒子所做的功 $W_{电}=qE_1x=\frac{m^3g^2}{2B^2q^2}$

因此带电微粒由 P 点运动到 c 点的过程中，电势能的变化量大小

$\triangle E_{电}=\frac{m^3g^2}{2B^2q^2}$

（3）在第三象限内，带电微粒由 b 点到 c 点受重力 mg、电场力 qE_3 和洛仑兹力 qvB 做匀速圆周运动，一定是重力与电场力平衡，所以有

$qE_3=mg$

设带电微粒做匀速圆周运动的半径为R，根据牛顿第二定律，有 $qvB=m\frac{v^2}{R}$

带电微粒做匀速圆周运动的周期

$T=\frac{2\pi R}{v}=\frac{2\pi m}{qB}$

带电微粒在第三象限运动的轨迹如图所示，连接bc弦，因0a=0c，所以△abc为等腰三角形，即∠0cb=∠0ab=30°．过b点做ab的垂线，与x轴交于d点，因∠0ba=60°，所以∠0bd=30°，因此△bcd为等腰三角形，bc弦的垂直平分线必交于x轴上的d点，即d点为轨迹圆的圆心．

所以带电粒子在第四象限运动的位移 $x_{ab}=R\cot\theta=\sqrt{3}R$

其在第四象限运动的时间 $t_1=\frac{x_{ab}}{v}=\frac{\sqrt{3}m}{qB}$

由上述几何关系可知，带电微粒在第三象限做匀速圆周运动转过的圆心角为120°，即转过$\frac{1}{3}$圆周，所以从b到c的运动时间 $t_2=\frac{T}{3}=\frac{2\pi m}{3qB}$

因此从a点运动到c点的时间 $t=t_1+t_2=\frac{\sqrt{3}m}{qB}+\frac{2\pi m}{3qB}=(\sqrt{3}+\frac{2\pi}{3})\frac{m}{qB}$.

答：（1）第一象限电场的电场强度 E_1 的大小 $E_1=\frac{\sqrt{3}mg}{q}$，方向水平向左．

（2）带电微粒由P点运动到c点的过程中，其电势能的变化量大小为$\frac{m^3g^2}{2B^2q^2}$.

（3）带电微粒从a点运动到c点所经历的时间为 $(\sqrt{3}+\frac{2\pi}{3})\frac{m}{qB}$.

