

2018年普通高等学校招生全国统一考试（北京卷）物理

一、选择题（本部分共8小题，每小题6分，共48分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项）

1.（6分）在核反应方程 ${}^4_2\text{He}+{}^{14}_7\text{N}\rightarrow{}^{17}_8\text{O}+X$ 中，X表示的是（ ）

- A. 质子
- B. 中子
- C. 电子
- D. 粒子

解析：根据质量数和电荷数守恒， ${}^4_2\text{He}+{}^{14}_7\text{N}\rightarrow{}^{17}_8\text{O}+{}^1_1\text{X}$ ，X表示的是质子，故A正确，BCD错误。

答案：A

2.（6分）关于分子动理论，下列说法正确的是（ ）

- A. 气体扩散的快慢与温度无关
- B. 布朗运动是液体分子的无规则运动
- C. 分子间同时存在着引力和斥力
- D. 分子间的引力总是随分子间距增大而增大

解析：A、扩散的快慢与温度有关，温度越高，扩散越快，故A错误；

B、布朗运动是悬浮在液体中固体小颗粒的无规则运动，它是液体分子的不规则运动的反映，故B错误；

C、分子间同时存在相互作用的引力和斥力，故C正确；

D、分子间同时存在引力和斥力，引力和斥力均随着分子间距离的增大而减小，故D错误。

答案：C

3.（6分）用双缝干涉实验装置得到白光的干涉条纹，在光源与单缝之间加上红色滤光片后（ ）

- A. 干涉条纹消失
- B. 彩色条纹中的红色条纹消失
- C. 中央条纹变成暗条纹
- D. 中央条纹变成红色

解析：A、在双缝中，仍是频率相同的红光，因此能发生干涉现象，故A错误；

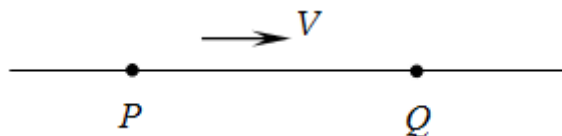
B、由于只有红光干涉条纹，因此不会出现彩色条纹，也没有彩色条纹中的红色条纹消失现象，故B错误；

C、在中央条纹，满足光程差为零，则是明条纹，并不变成暗条纹，故C错误；

D、得到白光的干涉条纹后，在光源与单缝之间加上红色滤光片，在双缝中的，由于红光的频率相同，则能发生干涉，但不是彩色条纹，而是明暗相间的红色条纹，故D正确。

答案：D

4.（6分）如图所示，一列简谐横波向右传播，P、Q两质点平衡位置相距0.15m。当P运动到上方最大位移处时，Q刚好运动到下方最大位移处，则这列波的波长可能是（ ）



- A. 0.60m
- B. 0.30m
- C. 0.20m

D. 0.15m

解析：P、Q 两质点平衡位置相距 0.15m。当 P 运动到上方最大位移处时，Q 刚好运动到下方最大位移处，则有：

$$(n + \frac{1}{2}) \lambda = 0.15$$

解得： $\lambda = \frac{0.15}{n + \frac{1}{2}} = \frac{0.3}{2n + 1}$ (n=0、1、2、3…)

当 n=0 时， $\lambda = 0.30\text{m}$ ，

当 n=1 时， $\lambda = 0.10\text{m}$ ，故 B 正确、ACD 错误。

答案：B

5. (6 分) 若想检验“使月球绕地球运动的力”与“使苹果落地的力”遵循同样的规律，在已知月地距离约为地球半径 60 倍的情况下，需要验证()

- A. 地球吸引月球的力约为地球吸引苹果的力的 $\frac{1}{60^2}$
- B. 月球公转的加速度约为苹果落向地面加速度的 $\frac{1}{60^2}$
- C. 自由落体在月球表面的加速度约为地球表面的 $\frac{1}{6}$
- D. 苹果在月球表面受到的引力约为在地球表面的 $\frac{1}{60}$

解析：设物体质量为 m，地球质量为 M，地球半径为 R，月球轨道半径 $r=60R$ ，物体在月球轨道上运动时的加速度为 a，

由牛顿第二定律： $G \frac{Mm}{(60R)^2} = ma \cdots \text{①}$ ；

月球表面物体重力等于万有引力： $G \frac{Mm}{R^2} = mg \cdots \text{②}$ ；

联立①②得： $\frac{a}{g} = \frac{1}{60^2}$ ，故 B 正确；ACD 错误。

答案：B

6. (6 分) 某空间存在匀强磁场和匀强电场。一个带电粒子（不计重力）以一定初速度射入该空间后，做匀速直线运动；若仅撤除电场，则该粒子做匀速圆周运动。下列因素与完成上述两类运动无关的是()

- A. 磁场和电场的方向
- B. 磁场和电场的强弱
- C. 粒子的电性和电量
- D. 粒子入射时的速度

解析：带电粒子在电场中一定会受到电场力的作用；一个带电粒子进入电场、磁场共存的区域后做匀速直线运动，所以带电粒子受到的洛伦兹力与电场力大小相等，方向相反，即：

$$qvB=qE$$

可知粒子的速度大小： $v = \frac{E}{B}$ 是必须的条件，同时磁场的强弱与电场的强弱必须满足 $v = \frac{E}{B}$ ；

同时，由左手定则可知，洛伦兹力的方向与粒子速度的方向、磁场的方向垂直，而电场力的方向与电场的方向平行，所以磁场的方向必定与电场的方向垂直；

由于带电粒子在磁场中做匀速直线运动，结合洛伦兹力产生的条件可知，速度的方向必须与磁场的方向垂直，同时由平衡条件可知，洛伦兹力的方向与电场力的方向相反，则二者的方

向必定也要满足特定的条件；

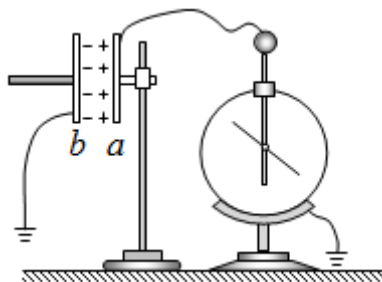
而且由公式 $v = \frac{E}{B}$ 可知，粒子满足前面的两个条件时，与粒子的带电量以及粒子的电性都无

关。

故 C 符合题意，ABD 不符合题意。

答案：C

7. (6分) 研究与平行板电容器电容有关因素的实验装置如图所示。下列说法正确的是()



A. 实验前，只用带电玻璃棒与电容器 a 板接触，能使电容器带电

B. 实验中，只将电容器 b 板向上平移，静电计指针的张角变小

C. 实验中，只在极板间插入有机玻璃板，静电计指针的张角变大

D. 实验中，只增加极板带电量，静电计指针的张角变大，表明电容增大

解析：A、由电容器带电量是某一极板的电量，再结合静电感应原理，可知，只用带电玻璃棒与电容器 a 板接触，即能使电容器带电，故 A 正确；

B、将 b 板向上平移，正对面积减小，根据 $C = \frac{\epsilon s}{4\pi kd}$ ，电容减小，根据 $U = \frac{Q}{C}$ ，Q 不变，则电势差增大，张角变大，故 B 错误。

C、在极板之间插入有机玻璃板，根据 $C = \frac{\epsilon s}{4\pi kd}$ ，电容增大，根据 $U = \frac{Q}{C}$ ，Q 不变，则电势差减小，张角变小，故 C 错误。

D、在实验中，只增加极板带电量，根据 $C = \frac{\epsilon s}{4\pi kd}$ ，电容 C 不变，根据 $U = \frac{Q}{C}$ ，则电势差增大，张角变大，故 D 错误。

答案：A

8. (6分) 根据高中所学知识可知，做自由落体运动的小球，将落在正下方位置。但实际上，赤道上方 200m 处无初速下落的小球将落在正下方位置偏东约 6cm 处。这一现象可解释为，除重力外，由于地球自转，下落过程小球还受到一个水平向东的“力”，该“力”与竖直方向的速度大小成正比。现将小球从赤道地面竖直上抛，考虑对称性，上升过程该“力”水平向西，则小球()

A. 到最高点时，水平方向的加速度和速度均为零

B. 到最高点时，水平方向的加速度和速度均不为零

C. 落地点在抛出点东侧

D. 落地点在抛出点西侧

解析：AB、在刚竖直上抛时，因竖直方向有速度，则受到水平向西的一个力，导致物体水平向西有个加速度，虽然加速度会随着竖直方向速度减小而减小，但是加速运动，因此物体到最高点时，水平方向有速度，而水平方向加速度却为零，原因是最高点，竖直方向速度为零，故 AB 错误；

CD、将此物体的运动分解成水平方向与竖直方向，在上抛过程中，水平方向速度不断增大，当下降时，因加速度方向与水平速度方向相反，做减速运动，但在落回到抛出点时，水平方向有向西的位移，因此落地点在抛出点西侧，故 C 错误，D 正确。

答案：D

二、非选择题。

9. (18分) 用图1所示的实验装置研究小车速度随时间变化的规律。

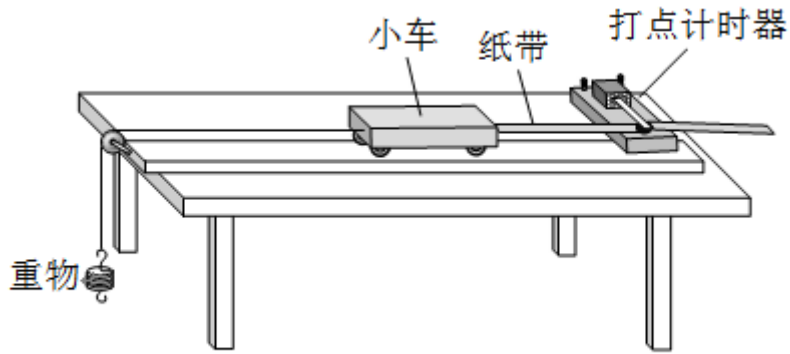


图1

主要实验步骤如下：

- A. 安装好实验器材，接通电源后，让拖着纸带的小车沿长木板运动，重复几次。
 B. 选出一条点迹清晰的纸带，接一个合适的点当作计时起点 O ($t=0$)，然后每隔相同的时间间隔 T 选取一个计数点，如图2中A、B、C、D、E、F……所示。

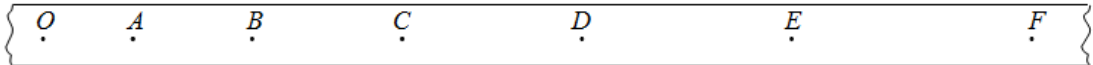


图2

- C. 通过测量、计算可以得到在打A、B、C、D、E、……点时小车的速度，分别记作 $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, \dots$
 D. 以速度 v 为纵轴，时间 t 为横轴建立直角坐标系，在坐标纸上描点，如图3所示。

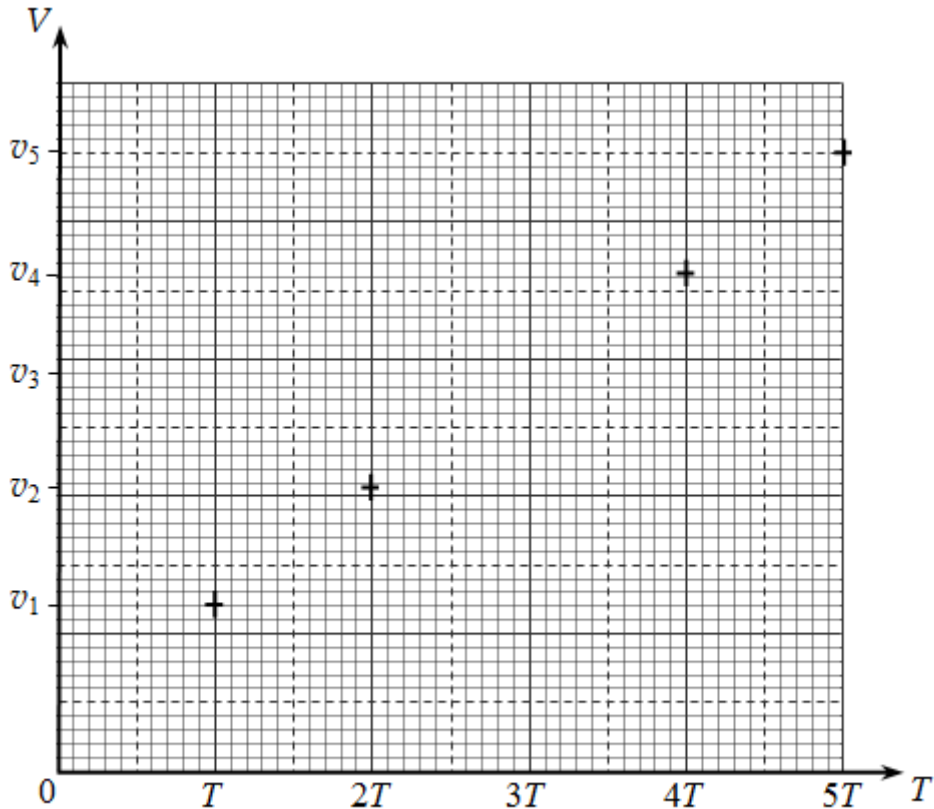


图3

结合上述实验步骤，请你完成下列任务：

(1) 在下列仪器和器材中，还需要使用的有_____和_____（填选项前的字母）

- A. 电压合适的 50 Hz 交流电源
- B. 电压可调的直流电源
- C. 刻度尺
- D. 秒表
- E. 天平（含砝码）

解析：在下列仪器和器材中，还需要使用的有电压合适的 50 Hz 交流电源，供打点计时器使用；

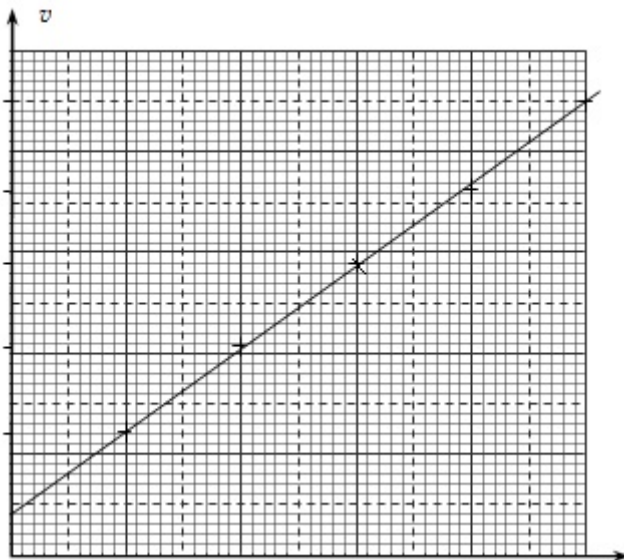
还需要刻度尺，来测量各点的位移大小，从而算出各自速度大小。

答案：A，C。

(2) 在图 3 中已标出计数点 A、B、D、E 对应的坐标点，请在该图中标出计数点 C 对应的坐标点，并画出 $v-t$ 图象。

解析：根据标出计数点 A、B、D、E 对应的坐标点位置，及 C 点对应的的时间，从而确定 C 点的位置，再将各点平滑连接，

如图所示：



答案：如上图所示。

(3) 观察 $v-t$ 图象，可以判断小车做匀变速直线运动，其依据是_____。 $v-t$ 图象斜率的物理意义是_____。

解析：由 $v-t$ 图象，是过原点的一条直线，可知，速度随着时间是均匀变化的，说明小车是做匀变速直线运动；

图象的斜率，表示小车的加速度。

答案：小车的速度随着时间均匀变化，加速度。

(4) 描绘 $v-t$ 图象前，还不知道小车是否做匀变速直线运动。用平均速度表示各计数点的瞬时速度，从理论上讲，对 Δt 的要求是_____（选填“越小越好”或“与大小无关”）；

从实验的角度看，选取的 Δx 大小与速度测量的误差_____（选填“有关”或“无关”）。

解析：当不知道小车是否做匀变速直线运动，若用平均速度表示各计数点的瞬时速度，从理论上讲，对 Δt 的要求是越小越好，即 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ，才使得平均速度接近瞬时速度；

从实验的角度看，对于选取的 Δx 大小与速度测量的误差有关。

答案：越小越好，有关。

(5) 早在 16 世纪末, 伽利略就猜想落体运动的速度应该是均匀变化的。当时只能靠滴水计时, 为此他设计了如图 4 所示的“斜面实验”, 反复做了上百次, 验证了他的猜想。请你结合匀变速直线运动的知识, 分析说明如何利用伽利略“斜面实验”检验小球的速度是随时间均匀变化的。

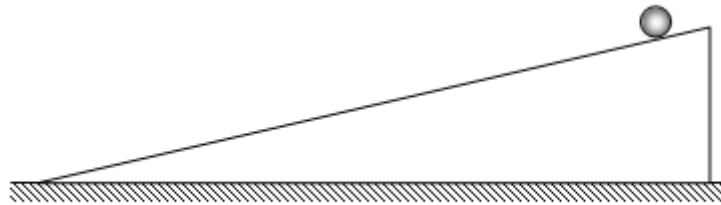
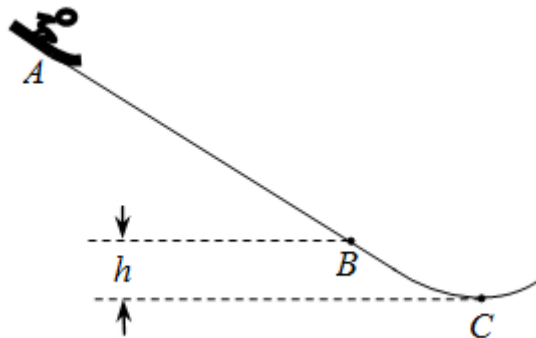


图 4

解析: “斜面实验”小球做匀加速直线运动, 若小球的初速度为零, 依据运动学速度公式, 则速度与时间成正比, 那么位移与时间的平方成正比, 因此只需要测量小球在不同位移内对应的时间, 从而可检验小球的速度是否随着时间均匀变化。

答案: 通过不同位移, 与其对应的时间平方是否成正比, 即可检验小球的速度是随时间均匀变化的。

10. (16 分) 2022 年将在我国举办第二十四届冬奥会, 跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一。某滑道示意图如下, 长直助滑道 AB 与弯曲滑道 BC 平滑衔接, 滑道 BC 高 $h=10\text{ m}$, C 是半径 $R=20\text{ m}$ 圆弧的最低点。质量 $m=60\text{ kg}$ 的运动员从 A 处由静止开始匀加速下滑, 加速度 $a=4.5\text{ m/s}^2$, 到达 B 点时速度 $v_B=30\text{ m/s}$ 。取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ 。



(1) 求长直助滑道 AB 的长度 L ;

解析: 从 A 到 B 根据速度位移关系可得: $v_B^2 - v_A^2 = 2aL$,

$$\text{解得: } L = \frac{900 - 0}{2 \times 4.5} \text{ m} = 100\text{ m}.$$

答案: 长直助滑道 AB 的长度为 100m。

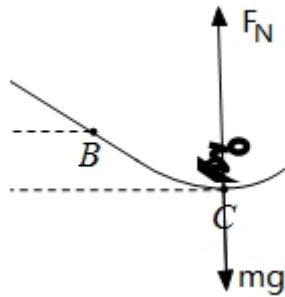
(2) 求运动员在 AB 段所受合外力的冲量 I 的大小;

解析: 根据动量定理可得: $I = mv_B - mv_A = 60 \times 30 - 0 = 1800\text{ N}\cdot\text{s}$ 。

答案: 运动员在 AB 段所受合外力的冲量 I 的大小为 $1800\text{ N}\cdot\text{s}$ 。

(3) 若不计 BC 段的阻力, 画出运动员经过 C 点时的受力图, 并求其所受支持力的大小。

解析: 运动员经过 G 点时受到重力和支持力, 如图所示;



根据动能定理可得： $mgh = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$,

根据解得第二定律可得： $F_N - mg = m\frac{v_C^2}{R}$

解得： $F_N = 3900\text{N}$ 。

答案：若不计 BC 段的阻力，运动员经过 C 点时的受力图如图所示，其所受支持力的大小为 3900N。

11. (18 分) 如图 1 所示，用电势为 E 、内阻为 r 的电源，向滑动变阻器 R 供电。改变变阻器 R 的阻值，路端电压 U 与电流 I 均随之变化。

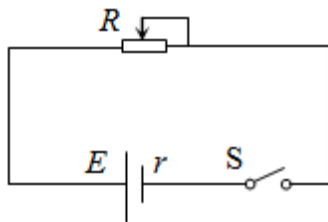


图 1

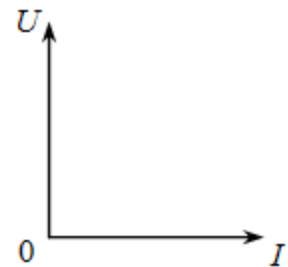


图 2

(1) 以 U 为纵坐标， I 为横坐标，在图 2 中画出变阻器阻值 R 变化过程中 $U - I$ 图象的示意图，并说明 $U - I$ 图象与两坐标轴交点的物理意义。

解析：根据闭合电路的欧姆定律可得 $E = U + Ir$ ，解得 $U = E - Ir$ ，

画出的 $U - I$ 图象如图所示；

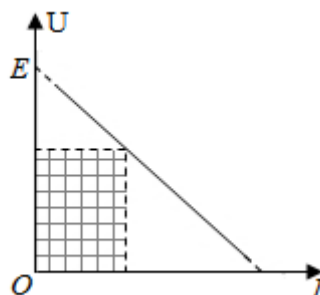
图象与纵坐标的坐标值为电源电动势，与横轴交点表示短路电流。

答案： $U - I$ 图象如图所示；图象与纵坐标的坐标值为电源电动势，与横轴交点表示短路电流。

(2) A. 请在图 2 画好的 $U - I$ 关系图线上任取一点，画出带网格的图形，以其面积表示此时电源的输出功率；

B. 请推导该电源对外电路能够输出的最大电功率及条件。

解析：a、如图中网格图形所示；



b、电路中的电流强度为 $I = \frac{E}{R+r}$

输出电功率 $P = I^2 R = \left(\frac{E}{R+r}\right)^2 R = \frac{E^2}{R+2r+\frac{r^2}{R}}$

当 $R = \frac{r^2}{R}$ 即 $R=r$ 时输出功率最大，最大电功率 $P_m = \frac{E^2}{4r}$ 。

答案：a、如图中网格图形所示；

b、 $R=r$ 时输出功率最大，最大电功率 $P_m = \frac{E^2}{4r}$ 。

(3) 请写出电源电动势定义式，并结合能量守恒定律证明：电源电动势在数值上等于内、外电路电势降落之和。

解析：电动势的定义式为 $E = \frac{W}{q}$ ，

根据能量守恒，在图 1 中，非静电力做的功 W 产生的电能等于外电路和内电路产生的电热，

即： $W = I^2 r t + I^2 R t$ ，

所以 $E I t = U_{内} I t + U_{外} I t$ ，

解得 $E = U_{内} + U_{外}$ 。

答案：电源电动势定义式 $E = \frac{W}{q}$ ；证明见解析。

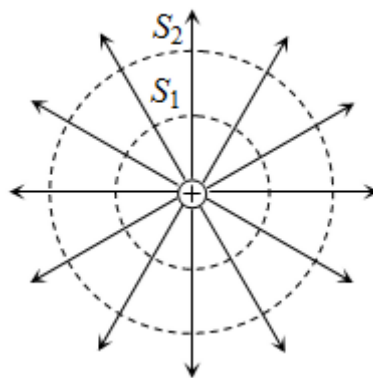
12. (20 分) 回答下列问题：

(1) 静电场可以用电场线和等势面形象描述。

A. 请根据电场强度的定义和库仑定律推导出点电荷 Q 的场强表达式；

B. 点电荷的电场线和等势面分布如图所示，等势面 S_1 、 S_2 到点电荷的距离分别为 r_1 、 r_2 。我们知道，电场线的疏密反映了空间区域电场强度的大小。请计算 S_1 、 S_2 上单位面积通过的电场

线条数之比 $\frac{N_1}{N_2}$ 。



解析：A. 设试探电荷 q 距点电荷 Q 的距离为 r ，由库仑定律可得：试探电荷 q 受到的库仑力

$F = \frac{kQq}{r^2}$ ，那么，根据场强定义可得：场强 $E = \frac{F}{q} = \frac{kQ}{r^2}$ ；

B. 电场线疏密程度反映了空间区域电场强度的大小，故 $\frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ 。

答案：A. 点电荷场强 $E \frac{F}{q} = \frac{kQ}{r^2}$ ；

B. S_1 、 S_2 上单位面积通过的电场线条数之比 $\frac{N_1}{N_2}$ 为 $\frac{r_2^2}{r_1^2}$ 。

(2) 观测宇宙中辐射电磁波的天体，距离越远单位面积接收的电磁波功率越小，观测越困难。为了收集足够强的来自天体的电磁波，增大望远镜口径是提高天文观测能力的一条重要途径。2016年9月25日，世界上最大的单口径球面射电望远镜 FAST 在我国贵州落成启用，被誉为“中国天眼”。FAST 直径为 500 m，有效提高了人类观测宇宙的精度和范围。

A. 设直径为 100 m 的望远镜能够接收到的来自某天体的电磁波功率为 P_1 ，计算 FAST 能够接收到的来自该天体的电磁波功率 P_2 ；

B. 在宇宙大尺度上，天体的空间分布是均匀的。仅以辐射功率为 P 的同类天体为观测对象，设直径为 100 m 望远镜能够观测到的此类天体数目是 N_0 ，计算 FAST 能够观测到的此类天体数目 N 。

解析：A. 直径为 D 的望远镜能接受到射电信号的有效面积（即垂直射电信号的方向的投影面积） $S = \frac{1}{4} \pi D^2$ ；

那么，根据来自某天体的电磁波的信号均匀分布可得：功率和有效面积成正比，故有：

$$\frac{P_1}{S_1} = \frac{P_2}{S_2}，所以，\frac{P_2}{P_1} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{D_2^2}{D_1^2} = \frac{500^2}{100^2} = 25，即 P_2=25P_1；$$

B. 天体空间分布均匀，设望远镜能观测到的最远距离为 L ，望远镜半径为 d ，望远镜能观测到此类天体的电磁波总功率最小值为 P_0 ，

$$则有：P_0 = \frac{1}{4} \pi D^2 \frac{P}{4\pi L^2} = \frac{PD^2}{12L^2}，那么，能够观测到的此类天体数目 $n = \frac{4}{3} \pi L^3$ ；$$

根据望远镜能观测到此类天体的电磁波总功率最小值 P_0 相等可得： $\frac{L_{500}}{L_{100}} = \frac{D_{500}}{D_{100}} = \frac{500}{100} = 5$ ，

$$\frac{N}{N_0} = \frac{L_{500}^3}{L_{100}^3} = 125，所以，N=125N_0。$$

答案：A. FAST 能够接收到的来自该天体的电磁波功 P_2 为 $25P_1$ ；

B. FAST 能够观测到的此类天体数目 N 为 $125N_0$ 。