2021北京东城高三二模

物　　理

2021.05

本试卷共8页，100分。考试时长90分钟。

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1．下列说法中正确的是

A．温度是分子热运动平均动能的标志

B．分子间引力与斥力都随分子间距离增大而增大

C．1g 水和 1g 氧气所含分子个数相同

D．悬浮颗粒越大，布朗运动越明显

2．用如图 1 所示装置做圆孔衍射实验，在屏上得到的衍射图样如图 2 所示，实验发现，光绕过孔的边缘，传播到了相当大的范围。下列说法正确的是

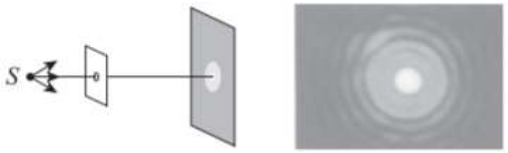


图 1

图 2

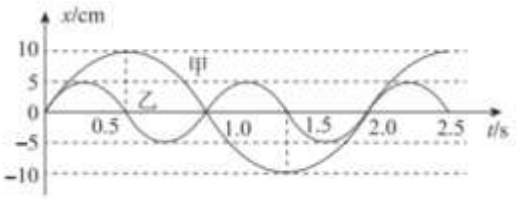
A．此实验说明了光沿直线传播

B．圆孔变小，衍射图样的范围反而变大

C．圆孔变小，中央亮斑和亮纹的亮度反而变大

D. 用不同波长的光做实验，衍射图样完全相同

3．甲、乙两弹簧振子的振动图像如图所示，由图像可知



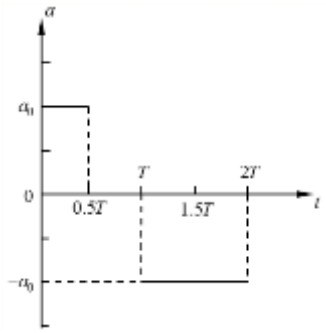
A．任一时刻两振子的回复力方向都相同

B．甲、乙两振子振动频率之比为 2：1

C．甲的加速度为零时，乙的加速度也为零

D．甲的速度为零时，乙的速度也为零

4．游乐场中的升降机在竖直方向上运行，t=0 时刻初速度为 0，其加速度随时间变化的 a-t 图像如图所示，以向上为正方向，则下列对升降机的说法正确的是



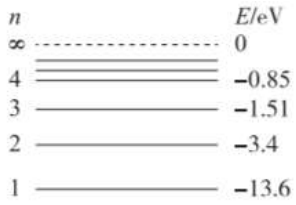
A．0-0.5T 时间内速度保持不变

B．0.5T-T 时间内做匀速运动

C．T-2T 时间内所受合力为零

D．0-2T 时间内一直向上运动

5．氢原子的能级图如图所示。如果大量氢原子处于 n=4 能级的激发态，下列说法正确的是



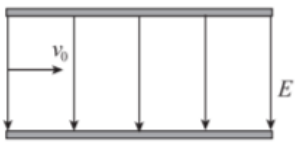
A．这群氢原子最多可能辐射 3 种不同频率的光子

B．从 n =4 能级跃迁到 n =1 能级的氢原子所辐射光子的波长最长

C．n=2 能级的氢原子若吸收能量为 1.89eV 的光子，可以跃迁到 n =3 能级

D．n=4 能级的氢原子至少需吸收 13.6eV 能量的光子才能电离

6．如图所示，一价氢离子、一价氦离子和二价氦离子的混合物以相同的初速度沿垂直匀强电场的方向进入同一偏转电场，且经过偏转后都从右侧离开了电场，则三种粒子相同的是



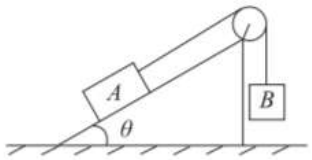
A．离开偏转电场时的动能

B．在偏转电场中的时间

C．在偏转电场中偏转的角度

D．在偏转电场中的侧移量

7．如图所示，物块 A、B 均静止于倾角为 θ 的斜面上，它们的质量分别为 M 和 m，已知 $Mg\sin\theta > mg$。若斜面倾角 θ 变大，B 仍保持静止，则



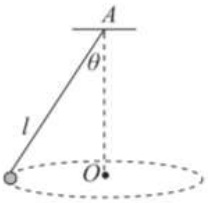
A．绳子的拉力变大

B．A 所受合力变大

C．斜面对 A 的支持力变大

D．斜面对 A 的静摩擦力变大

8．质量为 m 的小球用长为 l 的细线悬于 A 点，初始时刻使小球在水平面内以角速度 ω 做匀速圆周运动，细线与竖直方向夹角为 θ，重力加速度为 g。由于空气阻力作用，小球的运动状态缓慢变化，最终静止在 A 点的正下方，在此过程中



A．绳的拉力始终小于等于 mg

B．小球的线速度始终小于等于 $\omega l\sin\theta$

C．空气阻力做的功为 mgl（1—cosθ）

D．重力做的功为—mgl（1—cosθ）

9．一个迷你型电风扇安装有小直流电动机，其线圈电阻为 R_M，额定电压为 U，额定电流为 I，将它与电动势为 E，内阻为 r 的直流电源相连，电动机恰好正常工作，则

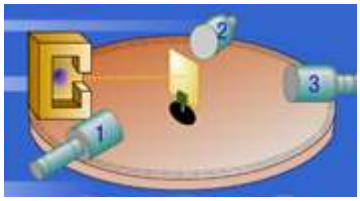
A. 电动机的总功率为I^2R_M

B. 电源的输出功率为 EI

C. 电动机输出的机械功率为UI

D. 通过电动机的电流为 $\frac{E-U}{r}$

10．如图所示为 α 粒子散射实验的示意图：放射源发出 α 射线打到金箔上，带有荧光屏的放大镜转到不同位置进行观察，图中①②③为其中的三个位置，下列对实验结果的叙述或依据实验结果做出的推理正确的是



A．在位置②接收到的 α 粒子最多

B．在位置①接收到 α 粒子说明正电荷不可能均匀分布在原子内

C．位置②接收到的 α 粒子一定比位置①接收到的 α 粒子所受金原子核斥力的冲量更大

D．若正电荷均匀分布在原子内，则①②③三个位置接收到 α 粒子的比例应相差不多

11．用图 1 所示装置研究光电效应现象，三次用同一光电管在不同光照条件下实验，记录微安表的示数 I 随光电管电压 U 的变化情况，得到甲、乙、丙三条光电流与电压之间的关系曲线，如图 2 所示。下列说法正确的是

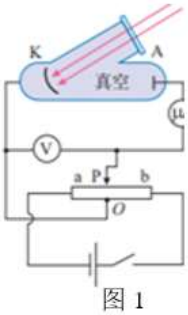


图 1

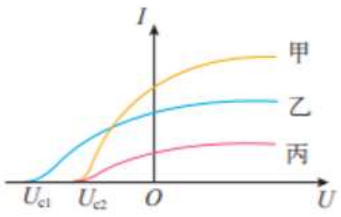


图 2

A．甲光的频率大于乙光的频率

B．丙光的波长小于乙光的波长

C．甲光和丙光的强弱程度相同

D．甲光和丙光产生的光电子最大初动能相同

12．2021 年 2 月 10 日 19 时 52 分，“天问一号”探测器在距火星 400 km 的位置瞬间变速，成功被火星捕获，完成了环绕火星飞行的任务。“火星捕获”是火星探测任务中风险最高的环节之一，如变速后速度过快，探测器会脱离火星的吸引；速度过慢，则会一头扎到火星上。已知火星的第一宇宙速度和第二宇宙速度分别为 v_1 和 v_2，火星的半径为 3400km，设“天问一号”瞬间变速后速度为 v，下列说法正确的是：

A.v 可以小于 v_1

B.v 可以大于 v_2

C.v 一定大于 v_1

D.v 一定在 v_1 和 v_2 之间

13．图 1 所示为可拆变压器的零部件，其中铁芯 B 可以安装在铁芯 A 的横梁上以形成闭合铁芯；原、副线圈的匝数分别为 n_1 和 n_2，将它们分别套在铁芯 A 的两臂上，则如图 2 所示。某同学为测量原线圈的电阻，将多用电表的欧姆挡调到合适挡位，用两表笔接触原线圈的两接线柱，等指针稳定后读数，读数完毕后将两表笔与接线柱脱开；之后使原线圈与正弦式交流电源相连，并测得原、副线圈的电压分别为 U_1 和 U_2。下列说法正确的是

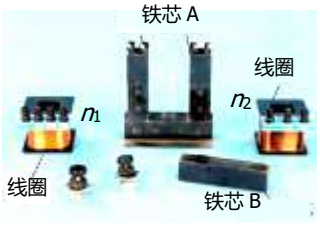


图 1

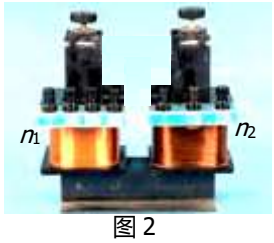


图 2

A. 两表笔与接线柱接触瞬间，有比稳定时更大的电流通过欧姆表

B. 两表笔与接线柱脱开瞬间，有比稳定时更大的电流流过原线圈

C. 若铁芯 B 没有安装在铁芯 A 上，$U_1:U_2>n_1:n_2$

D. 无论铁芯 B 是否安装铁芯 A 上，$U_1:U_2=n_1:n_2$

14. 地球半径约为 6400km，地球表面的大气随海拔高度增加而变薄，大气压强也随之减小到零，海拔 100km 的高度被定义为卡门线，为大气层与太空的分界线。有人设想给太空飞船安装“太阳帆”，用太阳光的“光子流”为飞船提供动力来实现星际旅行。已知在卡门线附近，一个正对太阳光、面积为 $1.0\times10^6\text{m}^2$ 的平整光亮表面，受到光的压力约为 9N；力虽小，但假设以同样材料做成面积为 $1.0\times10^4\text{m}^2$ 的 “帆”安装在飞船上，若只在光压作用下，从卡门线附近出发，一个月后飞船的速度可达到 2 倍声速。设想实际中有一艘安装了“帆”（面积为 $1.0\times10^4\text{m}^2$）的飞船，在卡门线上正对太阳光，下列说法正确的是

A．飞船无需其他动力，即可不断远离太阳

B．一年后，飞船的速度将达到24倍声速

C．与太阳中心的距离为日地间距离2倍时，“帆”上的压力约为2.25×10^{-2}N

D．与太阳中心的距离为日地间距离2倍时，飞船的加速度为出发时的1/4

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15．（9 分）

某同学测量电动玩具电池的电动势和内电阻。

（1）如图 1 所示，将导线一端与 O 连接，另一端分别在 a、b 两处试触，发现安培表的示数几乎不变，伏特表的示数变化比较明显，为了减小实验误差，实验测量时应选择连接___（选填“a”或“b”）点的电路；

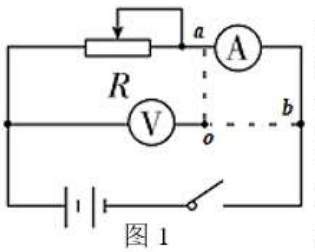


图 1

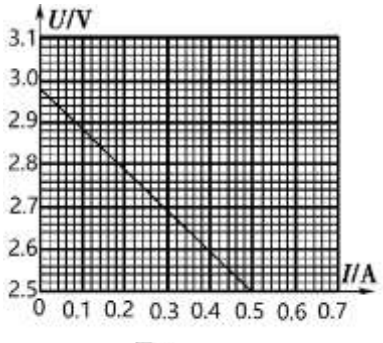


图 2

（2）图 1 中，闭合开关前，滑动变阻器的滑片应该置于最_____端（选填“左”或“右”）。

（3）图 2 是根据实验数据绘制的$U-I$图线，根据图线求得被测电池组的电动势 E= _____ V（结果均保留三位有效数字），内阻r = _____Ω（结果保留两位有效数字）。

16. （9 分）

如图 1 所示，用半径相同的两个小球的碰撞验证“动量守恒定律”。实验时先让质量为 m_1 的 A 球从斜槽上某一固定位置 C 由静止释放，A 球从轨道末端水平抛出，落到位于水平地面的复写纸上，在下面的白纸上留下痕迹，重复上述操作 10 次，得到 10 个落点痕迹，再把质量为 m_2 的 B 球放在水平轨道末端，将 A 球仍从位置 C 由静止释放，A 球和 B 球碰撞后，分别在白纸上留下各自的落点痕迹，重复操作 10 次，M、P、N 为三个落点的平均位置，O 点是水平轨道末端在记录纸上的竖直投影点，如图 2 所示。

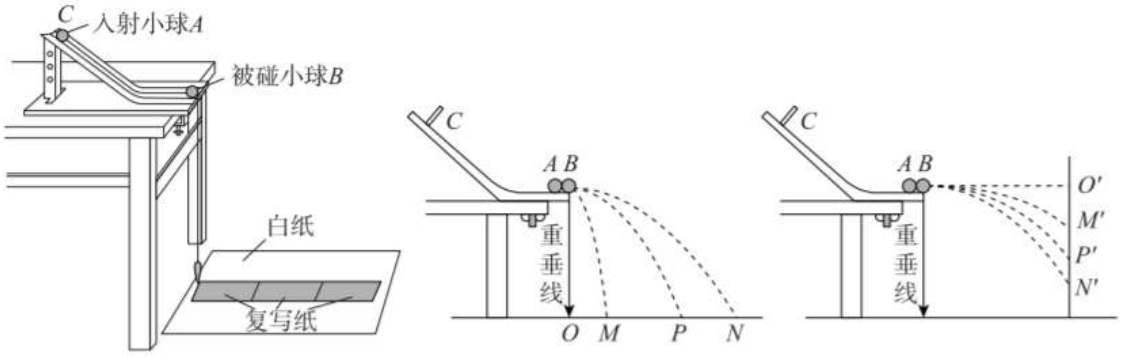


图 1　　图 2　　图 3

（1）下列说法中正确的有_____（选填选项前的字母）。

A．安装轨道时，轨道末端必须水平

B．实验前应该测出斜槽末端距地面的高度

C．实验中两个小球的质量应满足 $m_1<m_2$

D．除了图中器材外，完成本实验还必须使用的器材是天平、刻度尺和秒表

E．未放 B 球时，A 球落点的平均位置是 P 点

（2）实验中，测量出两个小球的质量m_1、m_2，测量出三个落点的平均位置与 O 点距离 OM、OP、ON 的长度分别为 x_1、x_2、x_3。在实验误差允许范围内，若满足关系式_____（用所测物理量的字母表示），则可以认为两球碰撞前后的总动量守恒。

（3）某实验小组设计用上述装置来研究碰撞前后动能的变化，实验方案如下：如图 3 所示，使从斜槽轨道滚下的小球打在正对的竖直墙上，把白纸和复写纸附在墙上，记录小球的落点。选择半径相等的小钢球 A 和硬塑料球 B 进行实验，测量出 A、B 两个小钢球的质量m_1、m_2，其他操作重复验证动量守恒时的步骤。M'、P'、N'为竖直记录纸上三个落点的平均位置，小球静止于水平轨道末端时球心在竖直记录纸上的水平投影点为 O'，用刻度尺测量M'、P'、N'到 O' 的距离分别为 y_1、y_2、y_3。

a. 在实验误差允许范围内，若满足关系式_____（用所测物理量的字母表示），则可认为碰撞前后两球的总动能相等。

b. 在分析操作可行性时发现，按此种方法操作，有非常大的可能无法得到碰撞后 A 球的落点，请分析原因。_____

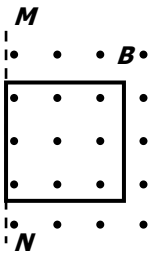
17. （9 分）

如图所示，一边长为 L、阻值为 R 的正方形金属线框，放在光滑绝缘的水平面上，整个装置放在方向竖直向上、磁感应强度为 B 的匀强磁场中，它的一边与磁场的边界 MN 重合。线框在一大小为 F 的水平恒力作用下由静止开始向左运动，并最终以恒定的速度匀速离开磁场区域，线框离开磁场的全过程所用时间为 t_0。

（1）线框中感应电流的方向是顺时针还是逆时针？

（2）求线框匀速运动时速度的大小 v；

（3）求被拉出磁场的过程中，线框中的平均感应电动势 $\overline{E}$ 。



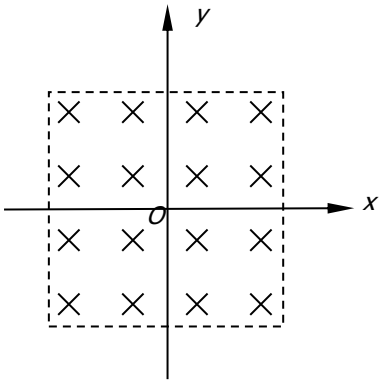
18. （9 分）

如图所示，在 xoy 平面上，一个以原点 O 为对称中心、边长为 a 的正方形区域内存在着匀强磁场。磁场方向垂直于 xoy 平面向里。在原点 O 处静止着一个放射性原子核 ${}^{13}_{7}\mathrm{N}$，某时刻该核发生衰变，放出一个正电子 ${}^{0}_{+1}e$ 和一个反冲核 Y。已知正电子从 O 点射出时沿 x 轴正方向，而反冲核刚好不会离开磁场区域。不计重力影响和粒子间的相互作用。

（1）写出衰变方程。

（2）画出反冲核在磁场中运动轨迹的示意图。

（3）求正电子在磁场中做圆周运动的半径 R_1 和离开磁场区域时的横坐标 x。



19．（10 分）

在一个点电荷Q的电场中，以点电荷Q的位置为原点O建立平面直角坐标系，如图1所示，在其中A、B两点分别放置试探电荷，试探电荷受到静电力的大小F跟试探电荷的电荷量q的关系分别如图2中直线a、b所示。已知A点的坐标为（0.3 m，0）。

（1）求A点电场强度的大小E_{A}和B点电场强度的大小E_{B}。

（2）求B点到点电荷Q的距离r_{B}。

（3）将一试探电荷从B点移动到A点，请根据点电荷场强分布的特点，自选两条移动路径证明，电场力做的功W_{BA}与路径无关（在图中画出所选择的路径）。

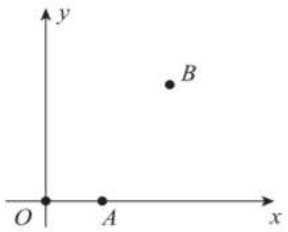


图 1

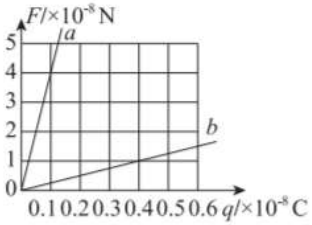


图 2

20．（12 分）

接触物体之间的相互作用，如绳中的拉力、接触面间的压力、支持力等是生活中常见的力的作用。在处理这些相互作用时，我们常用到一些理想模型：如物体间通过轻绳连接，斜面与平面间通过光滑小圆弧连接，等等。这些理想化的连接条件与一般的情形相比有哪些区别和联系呢？请分析以下问题。



图 1

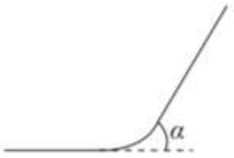


图 2

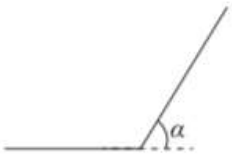


图 3

（1）如图 1 所示，质量均匀分布的长绳 AB 质量为 m，绳长为 l，B 端与一质量为 M 的物块相连，物块可视为质点。现在 A 端作用一个大小恒定为 F 的水平外力，使绳拉着物块沿光滑水平面做直线运动。

a．求在绳内距 A 端 x 处绳的拉力 F_{T} 与 x 的关系；

b．请证明：若绳质量 m 远小于物块质量 M，可认为绳中拉力处处相等，且等于绳端点受到的力。

（2）如图 2 所示，斜面与平面（在水平方向）之间通过光滑小圆弧连接，可视为质点的小物体从斜面上某处下滑，通过小圆弧滑到平面上。

a. 在沿连接处的小圆弧滑下的过程中，请说明支持力对小物体运动状态的改变起什么作用？

b. 若斜面与平面间没有小圆弧，而是直接相接，如图 3 所示，将小物体从斜面上较高位置释放，若小物体的材质使得小物体碰到平面后不反弹，请通过分析和必要的计算说明碰触平面后小物体可能的运动情况及对应的条件。（小物体与平面碰触的时间很短，可不考虑重力的作用；请对论证过程中用到的物理量加以说明）

2021北京东城高三二模物理

参考答案

第一部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。

1. A　　2. B　3. C　　4. B　　5. C　　6. B　　7. D　　8. B　　9. D　　10. B

11. D　12. A　13. C　14. C

第二部分共 6 题，共 58 分。

15.（9 分）（1）b　（2）右　（3）2.98；0.96（$0.92-1.0$）

16.（9 分）

（1）AE

（2）$m_1 x_2 = m_1 x_1 + m_2 x_3$

（3）a. $\frac{m_1}{y_2}=\frac{m_1}{y_3}+\frac{m_2}{y_1}$

b.当入射小球 A 与被碰小球 B 碰撞后分别做平抛运动时，由于被碰小球 B 的速度大，会先打到竖直墙上，之后会被墙壁反弹，由于竖直方向上两球运动基本同步，因此 B 反弹后的运动过程中有非常大的可能与入射小球 A 再次相碰。

17.（9 分）

（1）逆时针

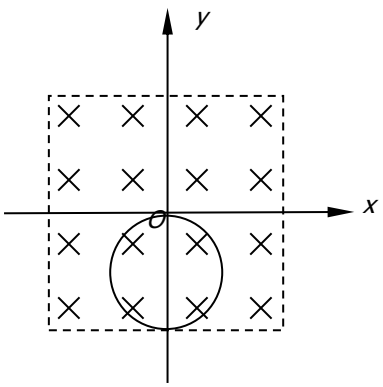
（2）当线框匀速运动时外力 F 与安培力大小相等，因此有 $F=BIL$，$I=\frac{BLv}{R}$，得 $v=\frac{FR}{B^2L^2}$。

（3）由 $\bar{E}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$，得 $\bar{E}=\frac{BL^2}{t_0}$

18.（9 分）

（1）${}^{13}_{7}\mathrm{N}\rightarrow {}^{0}_{+1}e+{}^{13}_{6}\mathrm{Y}$

（2）见答图



（3）由于该核衰变的过程满足动量守恒定律，因此可知正电子 ${}^{0}_{+1}e$ 和反冲核 ${}^{13}_{6}\mathrm{Y}$ 的动量大小相等，方向相反；

它们在磁场中做圆周运动时满足 $Bqv=m\frac{v^2}{R}$，可知做圆周运动的半径 $R=\frac{mv}{Bq}$

因此正电子 ${}^{0}_{+1}e$ 的半径R_1与反冲核 ${}^{13}_{6}\mathrm{Y}$ 的半径 R_2满足 $\frac{R_1}{R_2}=\frac{q_2}{q_1}=\frac{6}{1}$

由反冲核刚好不会离开磁场区域可知，$R_2=\frac{a}{4}$，因此 $R_1=\frac{3a}{2}$

正电子离开磁场时的横坐标$x=\frac{a}{2}$。

19．（10 分）

（1） $E_{\mathrm{A}}=\frac{F}{q}=\frac{4\times10^{-8}}{0.1\times10^{-8}}\mathrm{N/C}=40\mathrm{N/C}$； $E_{\mathrm{B}}=\frac{F}{q}=\frac{1\times10^{-8}}{0.4\times10^{-8}}\mathrm{N/C}=2.5\mathrm{N/C}$

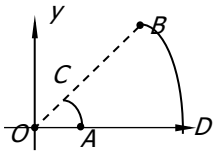
（2） 由 $E=\frac{kQ}{r^2}$，得 $\frac{r_{\mathrm{A}}}{r_2}=\sqrt{\frac{E_B}{E_A}}=\sqrt{\frac{2.5}{40}}=\frac{1}{4}$，得 $r_2=4\,r_1=1.2\mathrm{m}$

（3）如答图所示，连接 OB，以 Q所在处的原点 O 为圆心，分别过 A 做圆弧与 OB 相交于 C、过 B做圆弧与 x 轴相交于 D，则所选两条路径分别为从 B 到 C到 A和从 B 到 D到 A。

C A和 B D分别为点电荷 Q的等势面，沿等势面移动电荷时电场力做功为零；

B C和 D A分别沿半径方向，根据到点电荷距离相等的各点场强大小相等的场强分布特点可知，试探电荷分别从 B到 C和从 D到 A的过程中，电场力在每小段距离上做的功都对应相等。

因此，电场力做功与这两条路径无关，只取决于初位置 B和末位置 A。



答图

20．（12 分）

（1）a.以物块和绳的整体为研究对象，由牛顿第二定律有 $F=(M+m)a$

以物块和与其相连的长为（l—x）的绳为研究对象，由牛顿第二定律有 $F_{\mathrm{T}}=\left[M+\frac{m}{l}(l-x)\right]a$

联立解得 $F_{\mathrm{T}}=F\left[1-\frac{mx}{(M+m)l}\right]$

b.由上式可知，当 $M>>m$ 时，对于 x 在 0 到 l 之间取任意值时，都有 $F_{\mathrm{T}}=F$。即若绳质量 m 远小于物块质量 M，可认为绳中拉力处处相等，且等于绳端点受到的力。

（若不依据此题的情景证明，证明正确也得全分）

（2）b.设小物体与平面相互作用时，竖直方向的弹力为 F_N，水平方向的摩擦力为 μF_N；设相互作用前瞬间，小物体水平分速度和竖直分速度的大小分别为 $v_0\cos\alpha$ 和 $v_0\sin\alpha$，经过时间 Δt 后分别变为 v_x 和 v_y。小物体与平面作用后的运动情况与其材质有关。

依据题目条件，小物体的材质使得其碰到平面后不反弹，则存在以下两种可能：

① 若在 Δt 时间内，小物体的竖直分速度 v_y 变为零的同时，水平分速度 v_x 也变为零，则小物体静止于斜面底端很近的位置。这种情况由于在竖直方向上 $F_N\Delta t = mv\sin\alpha$，在水平方向上 $\mu F_N\Delta t = mv\cos\alpha$，可知发生这种情况要求 $\mu=\dfrac{1}{\tan\alpha}$。如 $\mu>\dfrac{1}{\tan\alpha}$，小物体也静止于斜面底端。

② 若 $\mu<\dfrac{1}{\tan\alpha}$，则竖直分速度 v_y 为零时，水平分速度 v_x 还不为零，则小物体在平面上以 v_x 为初速度，$-\mu g$ 为加速度做减速运动直至停下。