

保密★启用前

## 山东中学联盟 2021 届高三大联考 物理试题

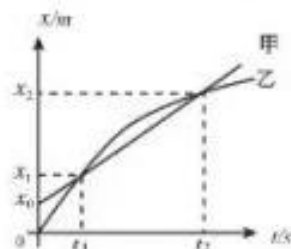
2020.12

**注意事项：**

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

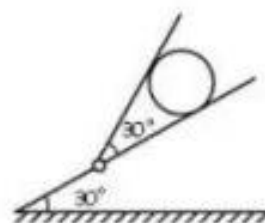
**一、单项选择题（共 8 题，每小题只有一个选项正确，选对得 3 分，共 24 分）**

1. 甲、乙两物体在  $t=0$  时刻出发，其运动的位置随时间变化  $x-t$  图像如图所示，下列说法正确的是



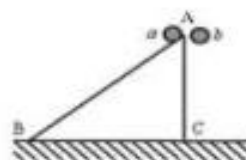
- A. 甲物体做匀速直线运动，乙物体做加速直线运动
- B.  $0-t_2$  时间内，甲物体通过的路程等于乙物体通过的路程
- C.  $t_1$  时刻甲物体的速度大于乙物体的速度
- D.  $t_1-t_2$  时间内，甲物体的平均速度等于乙物体的平均速度

2. 如图所示，一个钢球放在倾角为  $30^\circ$  的固定斜面上，用与斜面成  $30^\circ$  的挡板挡住，处于静止状态。各个接触面均光滑。关于球的重力大小  $G$ 、球对斜面的压力大小  $F_{N1}$ 、球对挡板的压力大小  $F_{N2}$  间的关系，下列说法正确的是



- A.  $F_{N1} < G$
- B.  $F_{N2} < G$
- C.  $F_{N2} = G$
- D.  $F_{N1} < F_{N2}$

3. 如图所示，表面光滑的楔形物块 ABC 固定在水平地面上，质量相同的小球 a 和 b（可视为质点）分别从斜面顶端沿斜面 AB 和竖直面 AC 同时由静止自由滑下。在两小球分别到达水平地面过程中，下列说法正确的是



- A. 两小球所受重力冲量大小相同
- B. 两小球的动量改变量大小相同

C. 下落过程中两小球各自的机械能可能某时刻不相同

D. 两小球到达斜面底端时间相同

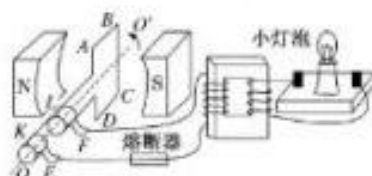
4. 如图所示，正方形导线框  $ABCD$  处于匀强磁场中绕中心轴  $OO'$  匀速转动时，产生的电动势  $e = 220\sqrt{2} \cos(100\pi t) V$ 。线框的输出端与理想变压器原线圈相连，副线圈连接着一只“20V、8W”的灯泡，且灯泡能正常发光，电路中熔断器熔断电流为 0.4 A，正方形导线框电阻、熔断器、输电导线的电阻均不计。下列说法正确的是

A.  $t=0s$  时刻的线框中磁通量变化率为最小

B. 理想变压器原、副线圈匝数之比为  $11\sqrt{2} : 1$

C. 若副线圈两端并联多只“20V、8W”的灯泡，则最多不能超过 14 只

D. 若线框转速减半，其它条件不变，产生的电动势为  $e = 110\sqrt{2} \cos(50\pi t) V$



5. 2020 年，7 月 23 日 13 时 25 分，我国在海南岛东北海岸中国文昌航天发射场，用长征五号遥四运载火箭成功发射首次火星探测任务天问一号探测器，成功将探测器送入预定轨道，开启火星探测之旅，迈出了我国行星探测第一步。如图所示，地球和火星可视为绕太阳做匀速圆周运动，地球半径是火星半径的  $p$  倍，地球质量为火星质量的  $q$  倍。忽略行星的自转。则下列说法正确的是

A. 火星的第一宇宙速度是地球的  $\sqrt{\frac{p}{q}}$  倍

B. 火星表面的重力加速度是地球的  $\frac{p}{q}$  倍

C. 火星绕太阳运动的加速度比地球大

D. 地球绕太阳运动的周期比火星大



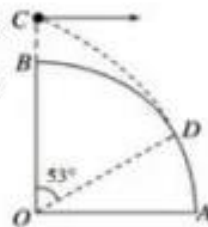
6. 如图所示为四分之一圆柱体  $OAB$  的整直截面，半径为  $R$ ，在  $B$  点正上方的  $C$  点水平抛出一个小球，小球轨迹恰好恰好在  $D$  点与圆柱体相切， $OD$  与  $OB$  的夹角为  $53^\circ$ 。（ $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ ），则  $C$  点到  $B$  点的距离为

A.  $R$

B.  $\frac{2R}{15}$

C.  $\frac{R}{5}$

D.  $\frac{R}{4}$



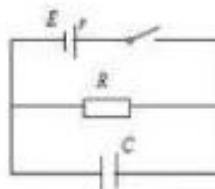
7. 如图所示电路中，电源电动势为  $E$ ，内阻为  $r$ ，电容器的电容为  $C$ ，定值电阻的阻值为  $R$ 。开关

闭合前电容器不带电。闭合开关，待电路稳定后，下列说法正确的是

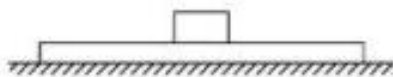
- A. 闭合开关瞬间，电容器充电，且电容器的充电电流在充电过程中逐渐增加  
B. 如果电容器两极板间距变大，电容器要充电

C. 电容器所带电荷量为  $\frac{REC}{R+r}$

D. 整个电路消耗的电功率等于  $\frac{E^2}{R}$



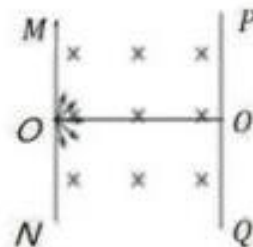
8. 如图所示，光滑水平面上有质量为  $3m$  足够长的木板，木板上放一质量为  $m$ 、可视为质点的小木块。第一次使小木块获得向右的水平初速度  $v_0$ ，木板静止，第二次使木板获得向右的水平初速度  $v_0$ ，木块静止。两次运动均在木板上留下完整划痕，则两次划痕长度之比为



- A. 1: 1      B. 1: 3      C. 1: 2      D. 1:  $\sqrt{2}$

二、多项选择题（共 4 题，每小题至少两个选项正确，每题 4 分，选对而不全得 2 分，选错不得分，共 16 分）

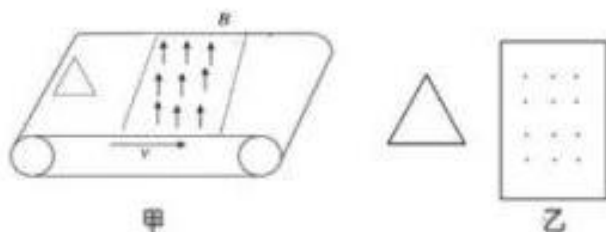
9. 如图所示， $MN$ 、 $PQ$  为匀强磁场的平行边界，磁场宽度为 8 cm，方向垂直纸面向里，磁场足够长，磁感应强度  $B=0.2T$ 。边界  $MN$  上的  $O$  点有一个发射正离子的装置，能够连续不断地向磁场内垂直磁场的各个方向均匀地发射出速率为  $v=1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$  的正离子，离子的质量  $m=1.0 \times 10^{-12} \text{ kg}$ ，电荷量  $q=1.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ ，离子的重力不计，不考虑离子之间的相互作用，（ $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ ），则下列说法正确的是



- A. 粒子在磁场中运动半径为 5 cm  
B.  $ON$  段有离子飞出  
C.  $PQ$  边上有离子飞出的长度为 10 cm  
D. 离子从  $MN$  边和  $PQ$  边飞出的个数比为 127: 53

10. 等边三角形金属线框平放在粗糙水平传送带上，被电动机带动一起以速度  $v$  匀速运动，线框边长为  $L$ ，底边与传送带边缘平行，如图甲所示。线圈电阻为  $R$ ，质量为  $m$ ，有一边界宽度为  $2L$  的

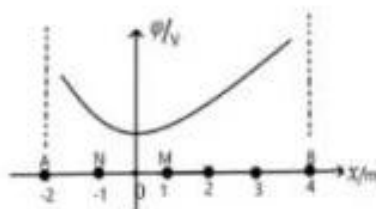
矩形磁场垂直于传送带，磁感应强度为  $B$ 。图乙为线框和磁场的俯视图。已知线框穿过磁场区域的过程中速度不变，下列说法中正确的是



- A. 线框进入磁场时回路中感应电流的方向与穿出时相同  
 B. 线框进入磁场时所受静摩擦力的方向与穿出时相同  
 C. 线框进入磁场区域过程中通过导线某一横截面的电荷量为  $\frac{\sqrt{3}BL^2}{4R}$   
 D. 线框经过磁场区域过程中，有感应电流产生的时间为  $\frac{2L}{v}$ ，经过磁场的过程中电流先增大再减小

11. 将两点电荷分别固定在  $x$  轴上的  $A$ 、 $B$  两点，其坐标分别为  $(-2, 0)$  和  $(4, 0)$ ， $A$  处点电荷带电量绝对值为  $Q$ ，两点电荷连线上各点电势  $\varphi$  随  $x$  变化的关系如图所示， $x=0$  处电势最低。 $x$  轴上  $M$ 、 $N$  两点的坐标分别为  $(1, 0)$  和  $(-1, 0)$ ，静电力常量为  $k$ ，则下列说法正确的是

- A.  $B$  处电荷量绝对值为  $4Q$ ，且两点电荷属于异种电荷  
 B.  $M$  点的电场强度大于  $N$  点的电场强度  
 C.  $N$  点电场强度大小为  $\frac{21kQ}{25}$   
 D. 负的试探电荷由  $M$  点运动到  $N$  点的过程，电势能先增大后减小



12. 在物流货场，通常用传送带搬运货物。如图所示，倾斜的传送带以恒定速率  $v = 2.5\text{m/s}$  顺时针运行，皮带始终是绷紧的。质量  $m=20\text{kg}$  的货物从传送带底端  $B$  点由静止释放，沿传送带运动到顶端  $A$  点， $A$ 、 $B$  两点的距离  $l = 6.25\text{m}$ 。已知传送带倾角  $\theta = 30^\circ$ ，货物与传送带间的动摩擦因数  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ ， $(\sin 30^\circ = 0.5, \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2})$ 。则下列说法正确的是

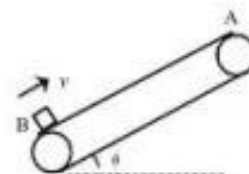
- A. 货物从  $B$  点运动到  $A$  点所用时间为  $3\text{s}$

B. 货物从  $B$  运动到  $A$  的过程中, 货物与传送带摩擦产生的热量为

187.5J

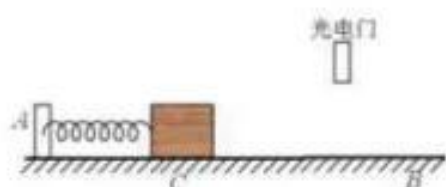
C. 货物从  $B$  运动到  $A$  的过程中, 传送带对货物做功大小为 875J

D. 货物从  $B$  运动到与传送带速度相等的过程中, 货物增加的机械能大于摩擦产生的热量

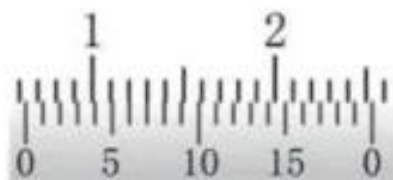


三、非选择题: 本题共 6 小题, 共 60 分。

13. (6 分) 某实验小组设计实验测量滑块与水平轨道间的动摩擦因数, 实验装置如图 (a) 所示, 弹簧左侧固定在固定挡板  $A$  上, 处于原长的弹簧右端位于  $C$ , 弹簧与滑块接触但不拴接, 滑块上安装了宽度为  $d$  的遮光片, 轨道  $B$  处装有光电门。



(a)



(b)

(1) 实验的主要步骤如下:

①用游标卡尺测量遮光片的宽度  $d$ , 如图 (b) 所示,

$d = \underline{\hspace{2cm}}$  cm;

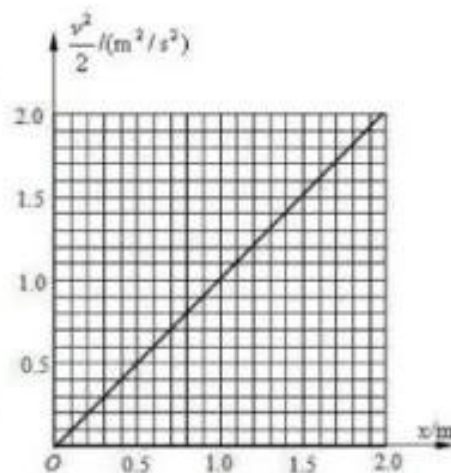
②将滑块向左压缩弹簧, 由静止释放滑块, 同时记录遮光片通过光电门的时间  $t$ ; 滑块通过光电门处的瞬时速度可表达为  $v = \underline{\hspace{2cm}}$  (用  $d$  和  $t$  表示);

③测量并记录光电门与滑块停止运动位置之间的水平距离  $x$ ;

④改变弹簧压缩量, 多次重复步骤②和③。

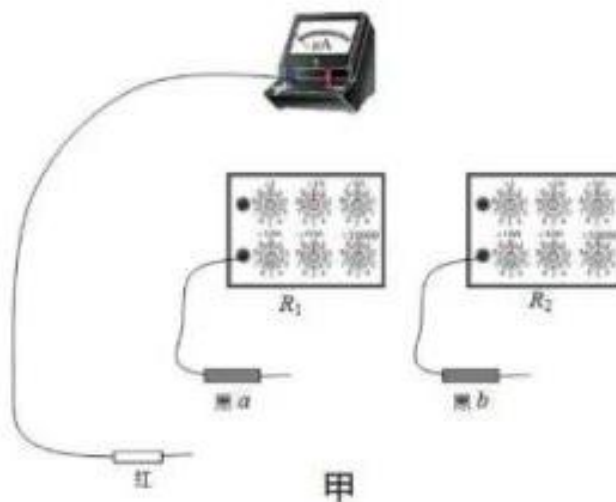
(2) ①实验小组根据实验所得数据做出  $v^2/2 - x$  图像

②根据所作图像, 可得滑块与水平轨道间的动摩擦因数为  $\underline{\hspace{2cm}}$  ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 结果保留两位有效数字)。



14. (8 分) 某同学欲将内阻为  $500 \Omega$ 、量程为  $200 \mu\text{A}$  的

灵敏电流表改装成量程为  $1 \text{ mA}$  的电流表和量程为  $3 \text{ V}$  的电压表的两用电表, 给定器材有两个电阻箱 ( $0 \sim 99999.9 \Omega$ ), 干电池 ( $E = 3 \text{ V}$ ,  $r = 1 \Omega$ ), 阻值为  $5000 \Omega$  的定值电阻  $R_0$ , 一定值电阻  $R_x$ , 阻值未知, 导线若干。



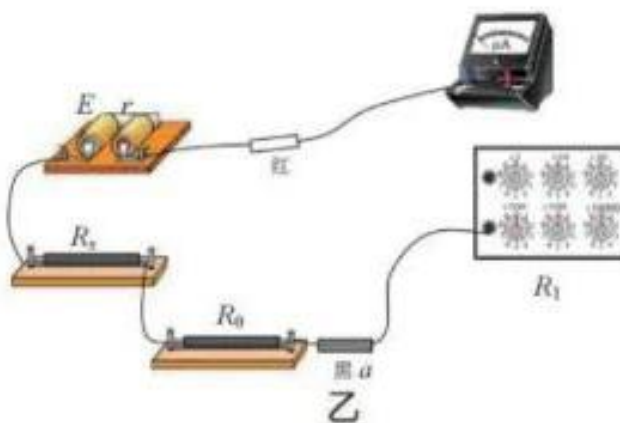
(1) 两用电表设计:

当接入红和黑  $a$  接线柱时,可作为量程为  $1\text{ mA}$  电流表;当接入红和黑  $b$  接线柱时可作为量程为  $3\text{ V}$  电压表。将甲图中的实物图用实线连接起来。

通过计算可知接入电路的阻值,  $R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 他利用改装后的电流表设计了图乙,利用给定的电池、导线、定值电阻  $R_0$ ,要测出定值电阻  $R_x$  的阻值。

已知现在灵敏电流表的示数为  $100\ \mu\text{A}$ ,那么由此计算可得  $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



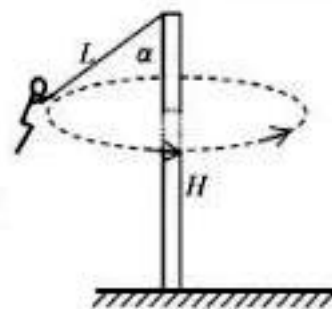
15. (7分) 目前,复兴号动车组日常运行速度最高可达到  $350\text{ km/h}$ ,如图是北京南至上海虹桥的两个车次,它们的运行路线是完全一样的,根据列车时刻表。求:

| 车站名称 | 车次 | 到点    | 开点    | 停时 | 里程   |
|------|----|-------|-------|----|------|
| 北京南  | G1 | ——    | 09:00 | 0分 | 0    |
| 济南西  | G1 | 10:22 | 10:24 | 2分 | 406  |
| 南京南  | G1 | 12:24 | 12:26 | 2分 | 1023 |
| 上海虹桥 | G1 | 13:28 | ——    | 0分 | 1318 |

| 车站名称 | 车次 | 到点    | 开点    | 停时 | 里程   |
|------|----|-------|-------|----|------|
| 北京南  | G9 | ——    | 12:00 | 0分 | 0    |
| 天津南  | G9 | 12:31 | 12:33 | 2分 | 122  |
| 济南西  | G9 | 13:30 | 13:32 | 2分 | 406  |
| 南京南  | G9 | 15:30 | 15:32 | 2分 | 1023 |
| 上海虹桥 | G9 | 16:36 | ——    | 0分 | 1318 |

- (1) G9次比G1次多停靠天津南站,计算G9次增加天津南站停靠全程多耗用的时间是几分钟?
- (2) 假设G9次动车组停靠天津南站前后需要经过匀减速、停靠、匀加速三个过程,其余时间保持342km/h速度匀速行驶,请计算动车组进、出站做匀变速运动的总路程。

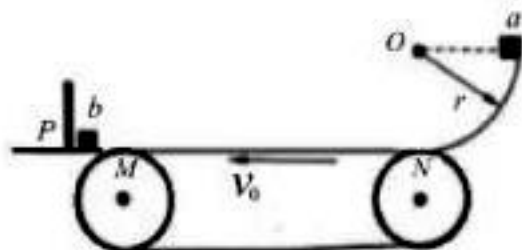
16. (9分) 杂技运动员抓住长为  $L=1.5\text{ m}$  的绳子绕高为  $H=5.9\text{ m}$  的固定支柱旋转,支柱直径忽略不计,如图所示,已知  $\alpha=53^\circ$ ,且运动员在旋转过程中可视为匀速圆周运动。重力加速度  $g=10\text{ m/s}^2$ ,杂技运动员可视为质点,手臂长度忽略不计,不计空气阻力, ( $\sin 53^\circ=0.8$ ,  $\cos 53^\circ=0.6$ )。求:



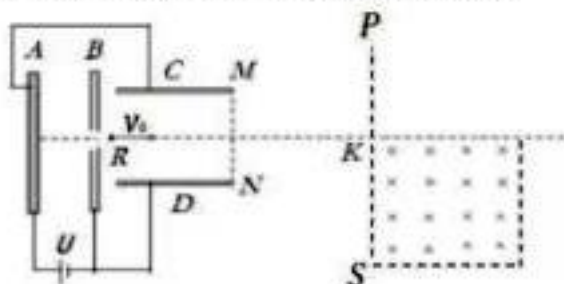
- (1) 求杂技运动员在匀速旋转过程中速度大小  $v_1$ ;
- (2) 某时刻运动员松手,求落地点到转轴下端点的距离? (结果保留两位有效数字)

17. (14分) 如图所示,有一个以  $v_0=6\text{ m/s}$  的速度逆时针匀速运动的水平传送带,传送带左端点  $M$  与光滑水平平台相切,在  $M$  点左侧  $P$  处竖直固定一个弹性挡板(物块与弹性挡板碰撞无机械能损失,  $PM$  间有很小的缝隙且不与传送带相连,物块在  $PM$  段运动的时间忽略不计)。在  $M$  左侧缝隙处安装有自动控制系统,当小物块  $b$  每次向右经过缝隙时都会被系统瞬时锁定从而保持静止。传送带  $N$  端与半径  $r=5\text{ m}$  的光滑四分之一圆弧相切且不与传送带相连,在小物块  $a$  从圆弧最高点由静止下滑后滑上传送带,经过  $M$  点时控制系统会使静止在  $M$  点左侧缝隙处的小物块  $b$  自动解锁,  $a$  与  $b$  发生第一次弹性正碰。已知  $a$  的质量为  $m=1\text{ kg}$ ,  $b$  的质量为  $M=3\text{ kg}$ ,两个物块均可视为质点,物块与传送带间的动摩擦因数  $\mu=0.2$ ,  $MN$  间的距离  $L=22\text{ m}$ ,  $g=10\text{ m/s}^2$ ,不计经过  $MN$  两点处的能量损失。求:

- (1)  $a$  与  $b$  第一次碰撞前  $a$  在传送带上运动的时间；  
 (2)  $a$  与  $b$  第一次碰撞后物块  $b$  的速度；  
 (3)  $a$  与  $b$  第一次碰撞后到最后静止过程中运动的总时间。



18. (16分) 如图所示, 平行金属板  $A$ 、 $B$  间距  $L_1=4\text{cm}$ , 平行金属板  $C$ 、 $D$  长  $L_2=8\text{cm}$ , 两板间距离  $d=8\text{cm}$ , 四个极板接在如图所示电源上。电源电动势为  $U=150\text{V}$ , 带正电的粒子电荷量  $q=1.0\times 10^{-10}\text{C}$ , 质量  $m=1.0\times 10^{-20}\text{kg}$ , 从靠近  $A$  板处静止释放, 经  $AB$  极板加速后, 沿  $C$ 、 $D$  极板间中心线  $RK$  进入  $CD$  极板后发生偏转, 粒子飞出平行板  $C$ 、 $D$  电场后, 进入  $MN$ 、 $PS$  间的无电场、磁场区域。已知  $MN$ 、 $PS$  水平间距为  $L_3=12\text{cm}$ ,  $K$  是中心线  $RK$  与界面  $PS$  的交点。在边界  $RK$  下方、 $PS$  右方存在一个边长为  $L_4=16\text{cm}$  的正方形, 正方形内分布着匀强磁场, 且磁感应强度大小  $B=0.1\text{T}$ , 方向垂直纸面向里。粒子重力不计, 空气阻力不计。求:



- (1) 粒子到达  $PS$  界面时速度的方向与水平方向夹角的正切值?  
 (2) 粒子到达  $PS$  界面时离  $K$  点的距离为多少?  
 (3) 调整电源电动势后, 粒子进入磁场的位置和角度是否变化, 并计算说明;  
 (4) 若调整电源电动势后, 仍满足粒子从  $PS$  边界射出, 则粒子在磁场中运动轨迹的最大半径是多少? 此时的电源电动势为多大? (已知  $\sqrt{5} \approx 2.24$ , 结果保留两位有效数字)



山东中学联盟 2021 届高三 12 月大联考

物理参考答案及评分标准

一、单项选择题（每小题只有一个选项正确，选对得 3 分，共 24 分）

1. 【答案】D

【解析】A. 甲、乙两物体的位移一直为正，并且在增大，所以二者一直朝着正方向运动，都做直线运动，甲物体做匀速直线运动，乙物体做减速直线运动，A 说法不正确；

B. 甲、乙两物体在  $t=0$  时刻从  $x_0$  处出发，经  $t_2$  到达同一位置，故在这段时间内两物体的位移大小不相等，又两物体做的是单向直线运动，则路程等于位移的大小，所以在  $0\sim t_2$  时间内，甲物体通过的路程小于乙物体通过的路程，故 B 说法不正确；

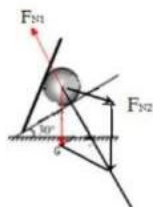
C.  $x-t$  图象切线斜率表示速度，由图可知在  $t_1$  时刻乙物体图象的切线斜率大于甲物体图象的斜率，即在  $t_1$  时刻乙物体的速度大于甲物体的速度，故 C 说法不正确。

D. 由图可知，在  $t_1\sim t_2$  时间内，甲物体的位移等于乙物体的位移，时间相等，故在  $t_1\sim t_2$  时间内，甲物体的平均速度等于乙物的平均速度，故 D 正确

故选 D。

2. 【答案】C

【解析】以球为研究对象，球受重力、斜面和挡板对球体的支持力  $F_{N1}$  和  $F_{N2}$ ，受力分析如图所示，由平衡条件知， $G$  和  $F_{N2}$  的合力与  $F_{N1}$  等大、反向、共线，根据几何关系，有  $F_{N2}=G$ ， $F_{N1}=\sqrt{3}G$ 。故选 C。



3. 【答案】B

【解析】设斜面倾角  $\theta$ ，则物体在斜面上的加速度

$$a = g \sin \theta$$

设斜面高度为  $h$ ，则物体在斜面上滑行的时间为：

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a \sin \theta}} = \sqrt{\frac{2h}{g \sin^2 \theta}}$$

可得小球在 AB 斜面上的滑行时间比在 AC 上的滑行时间长；

A. 根据  $I=mgt$  可知，两小球所受重力冲量不相同，选项 A 错误；

B. 根据动能定理  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$  两小球的末速度大小相同，根据动量定理可知，两小球的动量改变量大小相同，选项 B 正确；

C. 下落过程中两小球各自机械能守恒，C 错误；

D. 两小球到达斜面底端时间不相同，选项 D 错误；

故选 B。

#### 4. 【答案】D

【解析】由电动势表达式可知， $t=0s$  时刻线框与中性面垂直，感应电动势最大，故线框中磁通量变化率最大，故 A 错误；线框绕中心轴  $OO'$  匀速运动时，产生的电压为： $u=220\sqrt{2}\cos 100\pi t$ ，故输入变压器的电压

的有效值为： $U=220V$ ；灯泡能正常发光，故变压器的输出电压为 20V；根据变压比公式，有： $\frac{n_1}{n_2} = \frac{220}{20} = \frac{11}{1}$

故 B 错误；电路中熔断器熔断电流为 0.4A，此时根据能量守恒定律，有： $U_1I_1=U_2(nI_1)$ ；解得： $n=11$ ，故副线圈两端并联“20V、8W”的灯泡最多不能超过 11 只，故 C 错误；若线框转速减半，根据公式  $E_m=NBS\omega$ ，

产生的电动势最大值也减半，且  $\omega=2\pi n=50\pi$ ，则产生的电动势为： $e=110\sqrt{2}\cos(50\pi t)V$ ，故 D 正确；故选 D。

#### 5. 【答案】A

【解析】由  $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$ ，

$$\text{有 } \frac{v_{\text{地}}}{v_{\text{火}}} = \sqrt{\frac{GM_{\text{地}}R_{\text{火}}}{GM_{\text{火}}R_{\text{地}}}} = \sqrt{\frac{q}{p}}$$

故 A 正确；

$$\text{由 } mg = G\frac{Mm}{R^2}$$

$$\text{有 } \frac{g_{\text{地}}}{g_{\text{火}}} = \frac{GM_{\text{地}}R_{\text{火}}^2}{GM_{\text{火}}R_{\text{地}}^2} = \frac{q}{p^2}$$

故 B 错；

$$\text{C. 由公式 } G\frac{Mm}{r^2} = ma$$

$$\text{得 } a = \frac{GM}{r^2}$$

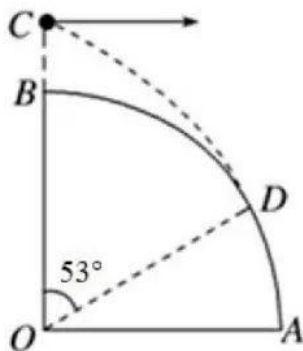
由图可知，地球轨道半径比火星轨道半径小，则地球绕太阳运动的加速度比火星大，故 C 不正确；

D. 由公式  $G\frac{Mm}{r^2} = m(\frac{2\pi}{T})^2r$

得  $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

由图可知，地球轨道半径比火星轨道半径小，则地球绕太阳运动的周期比火星小，故 D 错误。故选 A。

6. 【答案】B



【解析】设小球平抛运动的初速度为  $v_0$ ，将小球在 D 点的速度沿竖直方向和水平方向分解，则有

$$\frac{v_y}{v_0} = \tan 53^\circ$$

解得：  $\frac{gt}{v_0} = \frac{4}{3}$ ,

小球平抛运动的水平位移：  $x = R\sin 53^\circ$ ，  $x = v_0t$ ，

设平抛运动的竖直位移为  $y$ ，

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

解得：  $y = \frac{8R}{15}$ ，

则  $BC = y - (R - R\cos 53^\circ) = \frac{2}{15}R$ ，

故 B 正确。

7. 【答案】C

【解析】A. 闭合开关瞬间，电容器充电，且电容器的充电电流在充电过程中逐渐减小，故 A 错误；

B. 如果电容器两极板间距变大，电容会变小，电压恒定，电容器要放电，故 B 错误；

C. 根据电容的公式  $C = \frac{Q}{U}$ ，故电容器所带电荷量为  $Q = CU = \frac{REC}{R+r}$

故 C 正确。

D. 整个电路消耗的电功率是指总电功率，即为  $P_{总} = IE = \frac{E}{R+r} \cdot E = \frac{E^2}{R+r}$

故 D 错误。

8. 【答案】A

【解析】木块从开始到相对长木板静止的过程中，木块和木板系统水平方向动量守恒，取向右为正方向，

则有  $mv_0 = (M + m)v$

解得  $v = \frac{mv_0}{M + m}$ ;

根据能量守恒定律有  $\mu mgs = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(M + m)v^2$

解得划痕长度  $s = \frac{Mv_0^2}{2\mu(M+m)g}$

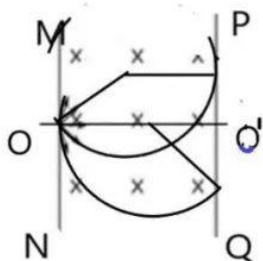
同理可求，当木板的初速度为  $v_0$  时的划痕长度。

两次划痕长度之比为 1:1，故 A 正确。

二、多项选择题（每小题至少两个选项正确，每题 4 分，选对而不全得 2 分，共 16 分）

9. 【答案】AD

【解析】由  $R = \frac{mv}{Bq}$  得  $R=0.05\text{m}$ 。通过上图，



由几何关系可知当轨迹与 PQ 相切时，速度与 MN 夹角为  $53^\circ$ ，离子数之比亦为 127: 53，在 PQ 上有离子飞出的长度为 8cm。故 B、C 错误。

故选：AD。

10. 【答案】BC

【解析】A. 线框进入磁场时与穿出磁场时的磁通量变化相反，根据楞次定律知感应电流的磁场方向相反，感应电流的方向相反。故 A 错误；

B. 线框进入磁场时回路中感应电流的方向与穿出时相反，据左手定则知，线圈进入磁场时所受安培力的方

向与穿出时相同，由线框的受力平衡知静摩擦力的方向相同.故 B 正确；

C. 线框进入磁场过程中，通过导线某一横截面的电荷量  $q = It = \frac{E}{R}t = \frac{\Delta\Phi}{Rt}t = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{\sqrt{3}BL^2}{4R}$

故 C 正确；

D. 线框经过磁场区域的过程中，电流先增加再减少，然后线框全部进入磁场电流为零，出磁场过程电流先增加再减少。故 D 错误。

故选 AC。

11. 【答案】CD

【解析】A.  $\varphi - x$  图象的切线斜率表示电场强度，则可知原点 O 处合场强为零，且电势均为正，则两点电荷均为正电荷，故 A 不正确；

B.  $\varphi - x$  图象的切线斜率表示电场强度，则可知 M 点的电场强度小于 N 点的电场强度，故 B 错误；

C. 设 B 处点电荷带电量绝对值为  $Q'$ ，由 A 项知原点 O 处合场强为零，则有  $k\frac{Q}{(-4)^2} = k\frac{Q'}{2^2}$

解得  $Q' = 4Q$

在 N 点，根据电场的叠加原理有  $E_N = k\frac{Q}{1^2} - k\frac{Q'}{5^2}$

联立得  $E_N = \frac{21kQ}{25}$ ，故 C 正确；

D. 由图可知，负的试探电荷由 M 点运动到 N 点的过程，电势先降低后升高，由  $E_p = q\varphi$ ，电势能先增大后减小，故 D 正确。故选 CD。

12. 【答案】AB

【解析】A. 物块在传送带上先做  $a_1$  匀加速直线运动，对物体受力分析受摩擦力，方向向上，得：

$$\mu mg \cos\theta - mg \sin\theta = ma_1$$

解得  $a_1 = 2.5 \text{m/s}^2$

加速到与传送带共速时的时间  $t_1 = \frac{v}{a_1} = 1 \text{s}$

物块运动的距离  $s_1 = \frac{v}{2}t_1 = 1.25 \text{m}$

可知共速后物块将与传送带一起匀速运动，根据

$$L - s_1 = vt_2$$

解得  $t_2 = 2 \text{s}$ ，

则货物运动所用时间为  $t = t_1 + t_2 = 3 \text{s}$

选项 A 正确；

B. 货物在前半段加速阶段相对传送带的位移  $\Delta s_1 = vt_1 - s_1 = 1.25m$

货物与传送带摩擦产生的热量为  $Q = \mu mg \cos 30^\circ \Delta s_1 = 187.5J$

选项 B 正确；

C. 货物运动的过程中传送带对货物做功大小为  $W = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = 687.5$

选项 C 错误；

D. 货物运动到与传送带速度相等的过程中，利用动能定理可知，货物增加的机械能等于摩擦产生的热量选

项 D 错误；故选 AB.

三、非选择题:本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6分) 【答案】 (1). 0.635 或 0.630 都对  $v = \frac{d}{t}$ (2). 0.10 (0.097-0.11) (每空 2 分)

【解析】 (1)游标卡尺的主尺读数为：0.6cm，游标尺上第 7 条刻度线和主尺上某一刻度对齐，所以游标读数为  $7 \times 0.05mm = 0.35mm$ ，所以最终读数为：0.6cm + 0.350mm = 0.635cm

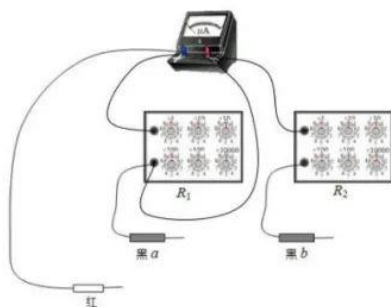
(2)由实验原理得  $2\mu gx = v^2$

则图像斜率  $k = \mu g$

由图像可得  $k = 1$

解得  $\mu = 0.10$ (由于误差，则 0.099-0.11 均可。)

14. (8分) 【答案】 (1).



125  $\Omega$  ; 2900 $\Omega$

(2) 899 $\Omega$  (每空 2 分)

【解析】根据电表改装原理，可知改装成电流表需要并联，改装成电压表需要串联。改装成电流表根据分流特点可求， $R_1 = \frac{I_A R_A}{I - I_A} = 125\Omega$  ;  $R_2 = \frac{U - I_A R_A}{I} = 2900\Omega$

当灵敏电流表的示数为  $100\mu A$  时，流过干路电流为  $0.5mA$ ，根据闭合电路欧姆定律可求  $R_x = 899\Omega$

当灵敏电流表的示数为  $100\mu A$  时，流过干路电流为  $0.5mA$ ，根据闭合电路欧姆定律可求  $R_x = 899\Omega$

15. (7分) 【答案】(1) 8分钟 (2) 34.2km

【解析】

(1) G1次运行时间是4小时28分钟，G9次运行时间是4小时36分钟，增加天津南站多耗用的时间是8分钟。-----2分

(2) 停靠天津南站2分钟，变速运动多消耗  $t=6$  分钟，-----1分

$$t = \frac{x}{v} - \frac{x}{\frac{v}{2}}$$

列车进、出站前后做匀变速运动的路程设为  $x$ ，则 -----2分

解得  $x=34.2\text{km}$ 。-----2分

根据其他过程计算结果正确同样给分

16. (9分) 【答案】(1):  $v=4\text{m/s}$  (2)  $d=4.2\text{m}$

【解析】

(1) 运动员的向心力为  $F_n = mg \tan \alpha$  -----1分

运动半径为  $r=L \sin \alpha$  -----1分

满足  $F_n = m \frac{v^2}{r}$  -----2分

解得:  $v=4\text{m/s}$  -----1分

(2) 根据平抛运动规律

$H-L \cos \alpha = \frac{1}{2} g t^2$  -----1分

$x=vt$  解得:  $x=4\text{m}$  -----1分

落地点距离转轴的距离  $d=\sqrt{x^2 + r^2}$  -----1分

$d=4.2\text{m}$  -----1分

17. (14分) 【答案】(1) 3s; (2) 3m/s; (3) 6s

【解析】

(1) 设小物块  $a$  从圆弧最高点由静止下滑到达最低点速度为  $v_1$ ，根据动能定理有  $mgr = \frac{1}{2} m v_1^2$ ，-----1分

解得:  $v_1=10\text{m/s}$

$a$  以  $10\text{m/s}$  滑上传送带，做匀减速运动，根据牛顿第二定律  $\mu \cdot 2mg = ma$  -----1分

解得:  $a=2\text{m/s}^2$

假设  $a$  经过  $t_1$  减速到  $v_0=6\text{m/s}$

$v_0 = v_1 - at$  -----1分

代入数据求得： $t_1=2s$

在  $t_1$  内  $a$  的位移  $x_1 = \frac{v_0 + v_1}{2} t_1$  -----1 分

$x_1=16m$

$x_1 < L$ ，所以  $a$  先减速运动，后匀速运动，匀速运动时间为  $t_2$ ，则  $t_2 = \frac{L - x_1}{v_0}$  -----1 分

$t_2=1s$

所以  $a$  与  $b$  第一次碰撞前物块  $a$  在传送带上运动的时间  $t=t_1+t_2=3s$  -----1 分

(2)  $a$  与  $b$  第一次碰撞，动量守恒、机械能守恒，碰后  $a$  的速度为  $v_{a1}$ ， $b$  的速度为  $v_{b1}$

$$mv_0 = mv_{a1} + Mv_{b1} \text{ ----- 1 分}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_{a1}^2 + \frac{1}{2}Mv_{b1}^2 \text{ -----1 分}$$

联立解得  $v_{a1} = \frac{m-M}{m+M}v_0$

$$v_{b1} = \frac{2m}{m+M}v_0$$

解得： $v_{a1}=-3m/s$ ，

$$v_{b1}=3m/s \text{ -----1 分}$$

(3)  $a$  与  $b$  第一次碰撞后沿传送带向右减速到零，再向左加速返回  $M$  点，返回到  $M$  点的速度大小为  $v_{a1}$ ，所用时间

$$t_1 = \frac{2v_{a1}}{a} = 3s \text{ -----1 分}$$

$ab$  碰后， $b$  向左与挡板  $P$  碰后反弹，速度等大反向，经  $M$  点时被锁定而静止，此后， $a$  与  $b$  发生第二次碰撞，以后重复这个过程，根据动量守恒、机械能守恒，每次碰后的速度是碰前的二分之一，最后静止在  $M$  点

$a$  与  $b$  第二次碰撞后沿传送带向右减速到零，再向左加速到  $M$  点，所用时间

$$t_2 = \frac{2v_{a2}}{a} = \frac{3}{2}s \text{ ----- 1 分}$$

$a$  与  $b$  第三次碰撞后沿传送带向右减速到零，再向左加速到  $M$  点，所用时间

$$t_3 = \frac{2v_{a3}}{a} = \frac{3}{4}s \text{ -----1 分}$$

$a$  与  $b$  第  $n$  次碰撞后沿传送带向右减速到零，再向左加速到  $M$  点，所用时间  $t_n = \frac{2v_{an}}{a} = 3\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} s$  -----1 分



$$t = \frac{3}{1 - \frac{1}{2}} \text{s} = 6\text{s}$$

根据无穷等比数列求和公式可得： $a$ 与 $b$ 第一次碰撞后 $a$ 运动的总时间 -----1分

18. (16分) 【答案】(1)  $\tan \alpha = \frac{1}{2}$ ; (2)  $Y = 0.08\text{m}$ ; (3) 粒子在磁场中入射位置不变, 角度不变; (4)

$$U = 7.1 \times 10^4 \text{V}$$

【解析】

(1) 粒子在 A、B 间加速

$$Uq = \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ -----1分}$$

解得：速度  $v_0 = \sqrt{3} \times 10^6 \text{m/s}$ ,

粒子在 CD 间做类平抛运动, 设在 C、D 板间运动时加速度大小为  $a$ , 时间为  $t$ , 在 MN 界面处速度为  $v$ , 沿 MN 的分速度为  $v_y$ , 偏转位移为  $y$ ,  $v$  与水平夹角为  $\alpha$

$$\text{则: } L_2 = v_0 t$$

$$a = \frac{Uq}{md} \text{ -----1分}$$

$$v_y = at$$

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0} \text{ -----1分}$$

由以上各式, 代入数据求得:

$$v_y = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^6 \text{m/s}$$

$$\tan \alpha = \frac{1}{2} \text{ -----1分}$$

粒子到达 PS 界面时速度的方向与水平方向的夹角正切值为  $\tan \alpha = \frac{1}{2}$

(2) 带电粒子在离开电场后将做匀速直线运动, 其运动轨迹与 PS 线交于  $a$  点, 设  $a$  到中心线的距离为  $Y$

$$y = \frac{1}{2}at^2 \text{ -----1分}$$

解得  $y=0.02\text{m}$

粒子射出CD极板，其末速度的反向延长线过水平位移的中点，由图可知：

$$\frac{y}{Y} = \frac{\frac{L_2}{2}}{\frac{L_2}{2} + L_3} \quad \text{-----2分}$$

解得：  $Y = 0.08\text{m}$  -----1分

(3)

由以上可得  $y = \frac{UL_2^2}{4Ud} = \frac{L_2}{4}$ ，是一恒定值 -----1分

$$\tan \alpha = \frac{UL}{2Ud} = \frac{1}{2}，也是一恒定值 \quad \text{-----1分}$$

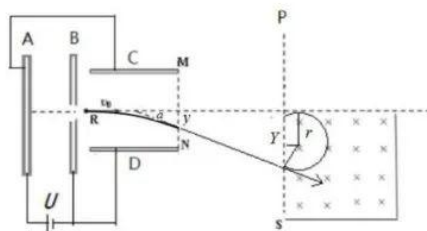
所以调整电源电动势，粒子在磁场中入射位置不变，角度不变。（其他解法同样给分）

(4) 最大半径的情形如图

$$r + r \cos \alpha = Y \quad \text{-----2分}$$

$$r = \frac{2(5-2\sqrt{5})}{25}$$

$r = 0.042\text{m}$



根据粒子在磁场中运动洛伦兹力提供向心力，

$$Bqv = \frac{mv^2}{r} \quad \text{-----1分}$$

$$\text{得 } r = \frac{mv}{Bq}$$

$$\text{则 } v = 4.2 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$\text{根据 } \frac{5}{4}Uq = \frac{1}{2}mv^2, \quad \text{-----2分}$$

$$\text{得 } U = 7.1 \times 10^4 \text{ V} \quad \text{-----1分}$$

## 关于我们

**自主选拔在线**（原自主招生在线）创办于2014年，历史可追溯至2008年，隶属北京太星网络科技有限公司，是专注于**中国拔尖人才培养**的升学咨询在线服务平台。主营业务涵盖：新高考、学科竞赛、强基计划、综合评价、三位一体、高中生涯规划、志愿填报等。

自主选拔在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户达百万量级，网站年度流量超1亿量级。用户群体涵盖全国31省市，全国超95%以上的重点中学老师、家长及考生，更有许多重点高校招办老师关注，行业影响力首屈一指。

自主选拔在线平台一直秉承“专业、专注、有态度”的创办公念，不断探索“K12教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供中学拔尖人才培养咨询服务，为广大高校、中学和教研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和全国数百所重点中学达成深度战略合作，累计举办线上线下升学公益讲座千余场，直接或间接帮助数百万考生顺利通过强基计划（自主招生）、综合评价和高考，进入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力，2019年荣获央广网“年度口碑影响力在线教育品牌”。

未来，自主选拔在线将立足于全国新高考改革，全面整合高校、中学及教育机构等资源，依托在线教育模式，致力于打造更加全面、专业的**新高考拔尖人才培养**服务平台。



 微信搜一搜

 自主选拔在线