

# 高二开学摸底检测

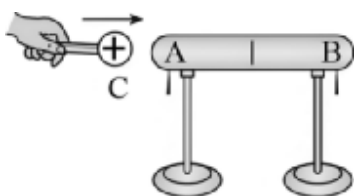
## 物理

分值：100分 时间：75分钟

考查范围：必修一、必修二+必修三第9-10章（人教版2019）

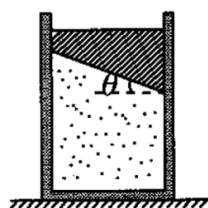
一、选择题：本题共10小题，共46分。在每小题给出的四个选项中，第1-7题只有一项符合题目要求，每小题4分；第8-10题有多项符合题目要求，每小题6分，全部选对的得6分，选对但不全的得3分，有选错、多选或不选的得0分。

1. 如图所示，一对用绝缘柱支持的导体A和B彼此接触。把带正电的带电体C靠近导体A，下列说法正确的是( )



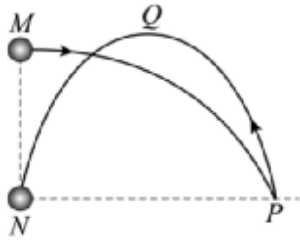
- A. 导体A下部的金属箔张开，导体B下部的金属箔不张开
- B. 手摸一下导体A后，拿开手，则导体A带负电
- C. 手摸一下导体B后，拿开手，则导体A不带电
- D. 手持绝缘柱把导体A和B分开，然后移开C，则导体A和B不带电

2. 如图所示，一个横截面积为 $S$ 的圆桶形容器竖直放置，金属圆板的上表面是水平的，下表面是倾斜的，下表面与水平面的夹角为 $\theta$ ，圆板的质量为 $m$ ，不计圆板与容器内壁的摩擦。已知大气压强为 $p_0$ ，重力加速度为 $g$ ，则被圆板封闭在容器中的气体的压强 $p$ 等于( )



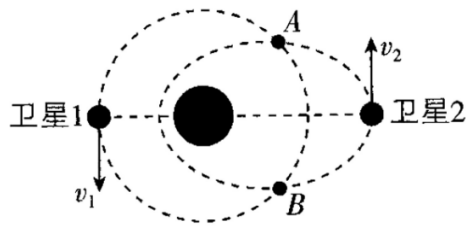
- A.  $p_0 + \frac{mg \cos \theta}{S}$
- B.  $\frac{p_0}{\cos \theta} + \frac{mg}{S \cos \theta}$
- C.  $p_0 + \frac{mg \cos^2 \theta}{S}$
- D.  $p_0 + \frac{mg}{S}$

3. 在排球比赛中，我们能看到这样的情景：运动员将排球从M点水平击出，排球飞到P点时，被对方运动员击出，球又斜向上飞出后落到M点正下方的N点，若N点与P点等高，轨迹的最高点Q与M等高，不计空气阻力，下列说法正确的有( )



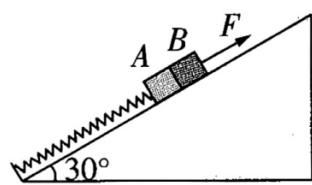
- A. 排球两次飞行过程中在空中的时间是相同的
- B. 排球离开  $M$  点的速率是经过  $Q$  点的速率的两倍
- C. 排球到达  $P$  点时的速率和离开  $P$  点时的速率相等
- D. 排球离开  $P$  点的速度和到达  $N$  点的速度是相同的

4. 2024 年 5 月 31 日，酒泉卫星发射中心成功发射谷神星一号·江南集中区号运载火箭，顺利将极光星座 01 星等 5 颗卫星送入 535 km 晨昏轨道。卫星 1 圆轨道的半径与卫星 2 椭圆轨道的半长轴相等，两轨道在同一平面内且两轨道相交于  $A$ 、 $B$  两点，某时刻卫星的位置如图所示。下列说法正确的是( )



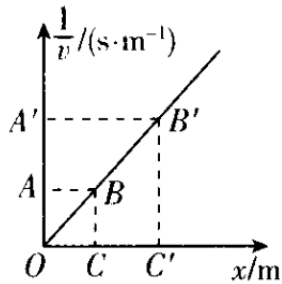
- A. 两卫星在图示位置的速度  $v_1 > v_2$
- B. 两卫星在图示位置时，卫星 1 的向心加速度等于卫星 2 的向心加速度
- C. 两颗卫星分别经过  $A$  点时受到的万有引力相等
- D. 若不及时调整轨道，两卫星可能相撞

5. 如图所示，倾角为  $30^\circ$  的光滑斜面固定在水平地面上，一轻质弹簧下端固定在斜面底端挡板上，上端与质量为  $1\text{ kg}$  的小滑块  $A$  相连， $A$  上叠放另一个质量为  $2\text{ kg}$  的小滑块  $B$ ，弹簧的劲度系数为  $k = 50\text{ N/m}$ ，初始时系统处于静止状态。现用沿斜面向上的拉力  $F$  作用在滑块  $B$  上，使  $B$  开始沿斜面向上做加速度大小为  $2\text{ m/s}^2$  的匀加速直线运动。重力加速度大小取  $10\text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力。从开始运动到  $A$ 、 $B$  分离瞬间，拉力  $F$  做的功为( )



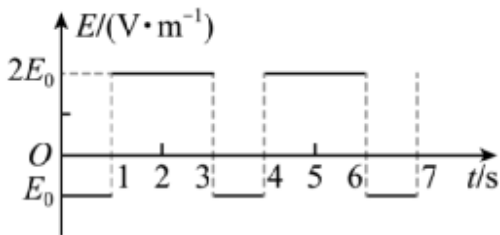
- A. 1.76 J
- B. 1.6 J
- C. 1.4 J
- D. 1.12 J

6. 某质点做直线运动，运动速率的倒数  $\frac{1}{v}$  与位移  $x$  的关系如图所示，下列关于质点运动的说法正确的是( )



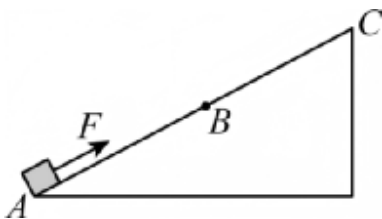
- A. 质点做匀加速直线运动
- B.  $\frac{1}{v} - x$  图线的斜率等于质点运动的加速度
- C. 四边形  $AA'B'B$  的面积可表示质点从  $O$  运动到  $C'$  所用的时间
- D. 四边形  $BB'C'C$  的面积可表示质点从  $C$  运动到  $C'$  所用的时间

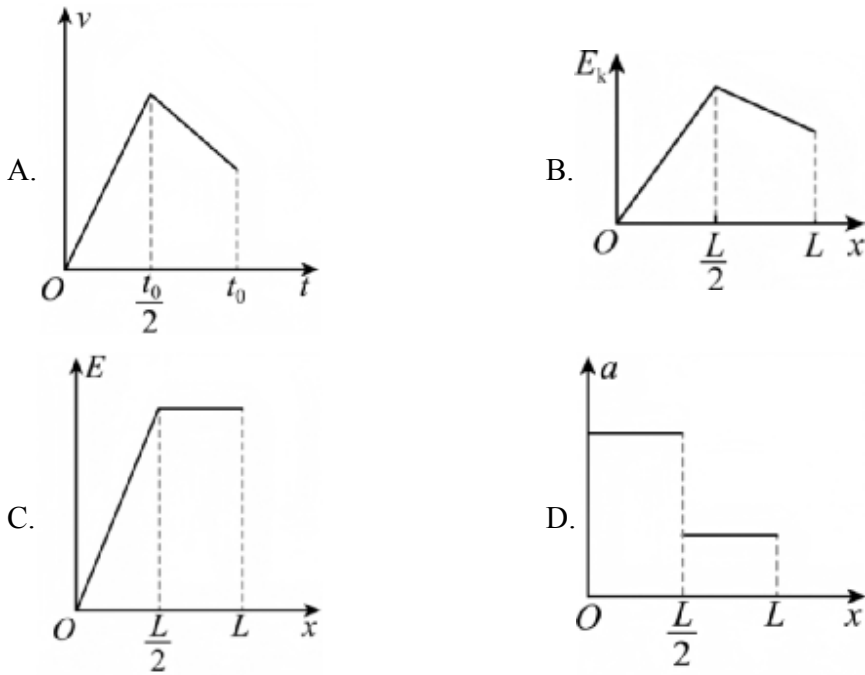
7. 如图所示为匀强电场的电场强度  $E$  随时间  $t$  变化的图像。当  $t = 0$  时，在此匀强电场中由静止释放一个带电粒子，设带电粒子只受电场力的作用，则下列说法中正确的是( )



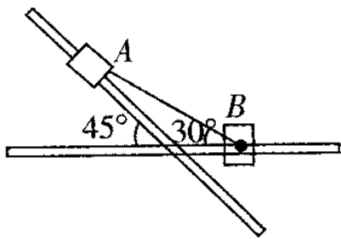
- A. 带电粒子将始终向同一个方向运动
- B.  $0 \sim 2\text{s}$  内，电场力做的总功为零
- C.  $4\text{s}$  末带电粒子回到原出发点
- D.  $2.5 \sim 4\text{s}$  内，电场力做的总功为零

8. 如图所示，固定光滑斜面  $AC$  长为  $L$ ， $B$  为斜面中点。一物块在恒定拉力  $F$  作用下，从最低点  $A$  由静止开始沿斜面向上拉到  $B$  点撤去拉力  $F$ ，物块继续上滑经过最高点  $C$ ，设物块由  $A$  运动到  $C$  的时间为  $t_0$ ，下列描述该过程中物块的速度  $v$  随时间  $t$ 、物块的动能  $E_k$  随位移  $x$ 、机械能  $E$  随位移  $x$ 、加速度  $a$  随位移  $x$  变化规律的图像中，可能正确的是( )





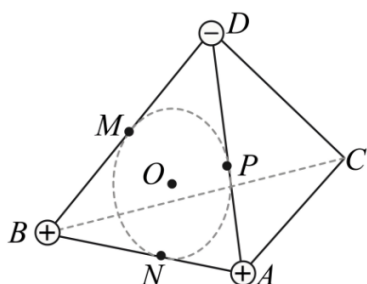
9. 如图所示，滑块  $A$ 、 $B$  的质量均为  $m$ ， $A$  套在固定倾斜直杆上，倾斜直杆与水平面成  $45^\circ$  角， $B$  套在固定水平直杆上，两直杆分离不接触，两直杆间的距离忽略不计且杆足够长， $A$ 、 $B$  通过铰链用长度为  $L$  的刚性轻杆（初始时轻杆与水平面成  $30^\circ$  角）连接， $A$ 、 $B$  从静止释放， $B$  沿水平面向右运动，不计一切摩擦，滑块  $A$ 、 $B$  均视为质点，重力加速度大小为  $g$ ，在运动的过程中，下列说法正确的是（ ）



- A. 当  $A$  到达  $B$  所在水平面时  $v_B = \frac{\sqrt{2}}{2} v_A$
- B. 当  $A$  到达  $B$  所在水平面时， $B$  的速度大小为  $\sqrt{\frac{gL}{3}}$
- C. 滑块  $B$  到达最右端时， $A$  的速度大小为  $\sqrt{2gL}$
- D. 滑块  $B$  的最大动能为  $\frac{3}{2} mgL$

10. 如图所示， $ABCD$  是正四面体，虚线圆为三角形  $ABD$  的内切圆，切点分别为  $M$ 、 $N$ 、 $P$ ， $O$  为圆心，正四面体的顶点  $A$ 、 $B$  和  $D$  分别固定有电荷量为  $+Q$ ， $+Q$  和  $-Q$  的点电荷，下列说

法正确的是( )



A.  $M$ 、 $P$  两点的电场强度相同

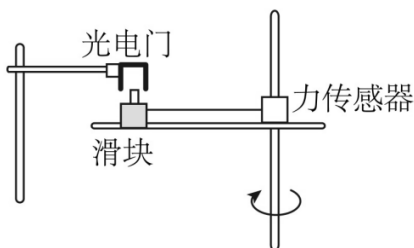
B.  $M$ 、 $O$ 、 $N$ 、 $P$  四点的电势  $\varphi_N > \varphi_O > \varphi_P = \varphi_M$

C. 将带正电的试探电荷由  $O$  点沿直线移动到  $C$  点，电势能先增大后减小

D. 将固定在  $D$  点的点电荷移动到  $C$  点，电场力做功为零

## 二、非选择题：本大题共 5 小题，共 54 分

11. (9 分) 某实验小组通过如图所示的装置验证向心力的表达式。滑块套在水平杆上，随杆一起绕竖直杆做匀速圆周运动，力传感器通过一细绳连接滑块，用来测量向心力  $F$  的大小。滑块上固定一遮光片，宽度为  $d$ ，固定在铁架台上的光电门可测量遮光片通过光电门的时间，从而算出滑块的角速度  $\omega$ 。滑块旋转半径为  $R$ ，每经过光电门一次，通过力传感器和光电门就同时获得一组向心力  $F$  和角速度  $\omega$  的数据。



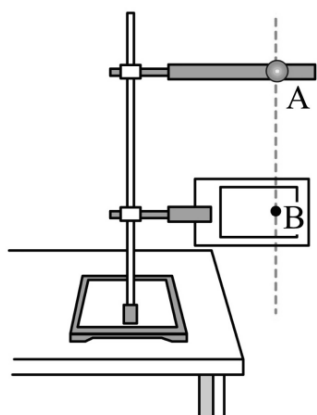
(1) 某次旋转过程中遮光片经过光电门时的遮光时间为  $\Delta t$ ，则角速度  $\omega =$  \_\_\_\_\_；

(2) 以  $F$  为纵坐标，以  $\frac{1}{(\Delta t)^2}$  为横坐标，可在坐标纸中描出数据点作一条直线；图像的斜率为  $k$ ，则滑块的质量为 \_\_\_\_\_ (用所测物理量符号表示)；

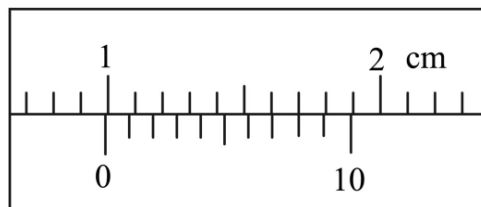
(3) 该小组验证 (2) 中的表达式时，经多次实验，分析检查，仪器正常，操作和读数均没有问题，发现示数  $F$  的测量值与其理论值相比偏小，主要原因是 \_\_\_\_\_。

12. (12 分) 某学习小组准备用铁架台、光电计时器、电磁铁和铁球等验证机械能守恒定律，实验装置如图甲所示。先测出  $A$ 、 $B$  之间的距离  $h$ ，再让电磁铁控制的小铁球从  $A$  点自由下落，下落过程中经过光电门  $B$  时，通过与之相连的光电计时器记录下小球的挡光时间为  $t$ 。已知

当地的重力加速度为  $g$ 。



甲



乙

(1) 如图乙所示, 该小组同学先用游标卡尺测量出小球的直径  $d =$  \_\_\_\_\_ cm;

(2) 关于该实验下列说法正确的是 \_\_\_\_\_ (填字母);

A. 小球的直径越小越好

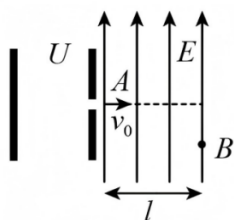
B. 实验前应调整光电门位置使小球下落过程中球心通过光电门中的激光束

C. 实验时应先释放铁球, 后打开光电计时器

(3) 该小组同学通过改变  $A$ 、 $B$  之间的距离  $h$  ( $h \gg d$ ), 得到多组  $t$  的数值, 通过描绘图像, 可验证机械能守恒, 为使图像呈直线, 应描绘  $t^2$ - \_\_\_\_\_ (用  $h$  表示) 图像, 若图像的斜率  $k =$  \_\_\_\_\_ (用  $d$ 、 $g$  表示), 可验证机械能守恒;

(4) 由于存在空气阻力, 该小组同学用实验数据描绘的图像的斜率 \_\_\_\_\_ (填“大于”“小于”或“等于”) 理论值。

13. (8分) 如图所示, 一静止的电子经过电压为  $U$  的电场加速后, 立即从  $A$  点射入偏转匀强电场中, 射入方向与偏转电场的方向垂直, 最终电子从  $B$  点离开偏转电场。已知偏转电场的电场强度大小为  $E$ , 宽度为  $L$ , 方向竖直向上 (如图所示), 电子的电荷量为  $e$ , 质量为  $m$ , 重力忽略不计。

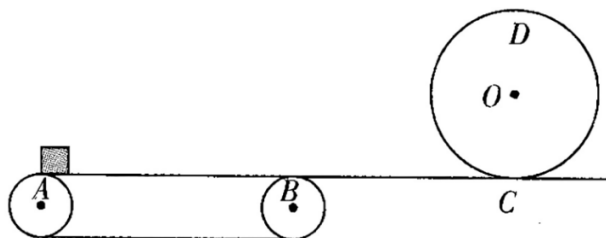


(1) 求电子在偏转电场中的偏转距离。

(2) 若仅将加速电场的电压提高为原来的 2 倍, 使电子仍从  $B$  点经过, 求偏转电场的电场强度  $E_1$ 。

14. (12分) 如图所示, 水平传送带与水平轨道在  $B$  点平滑连接, 传送带  $A$ 、 $B$  间距  $L = 10 \text{ m}$ , 一半径  $R = 2.5 \text{ m}$  的竖直光滑圆槽形轨道与水平轨道相切于  $C$  点,  $BC$  段光滑, 当传送带以  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  顺时针匀速转动时, 将质量  $m = 1 \text{ kg}$  的小物块 (可视为质点) 轻放在传送带左端  $A$  点, 小物块到达  $B$  点时恰好与传送带共速, 并无机械能损失地滑上光滑水平轨道, 经  $C$  点进入竖直光滑圆槽形轨道, 重力加速度大小取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 忽略空气阻力。

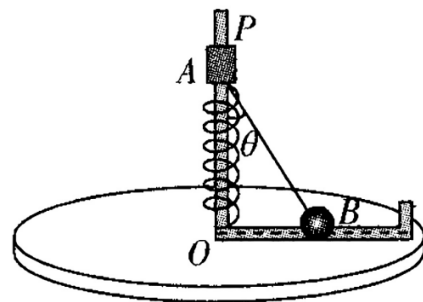
- (1) 求传送带对小物块所做的功;
- (2) 求小物块经过圆槽形轨道最低点  $C$  时, 小物块对轨道的压力大小;
- (3) 若将传送带  $A$ 、 $B$  间距调整为  $15 \text{ m}$ , 传送带速率调整为  $13 \text{ m/s}$ , 为保证小物块第一次在圆槽形轨道运动时不脱离轨道, 试求半径  $R$  的取值范围。



15. (13分) 如图所示, 质量均为  $m$  的套筒  $A$  和小球  $B$  通过长度为  $L$  的轻杆及铰链连接, 套筒  $A$  套在竖直立杆  $OP$  上与原长为  $L$  的轻质弹簧连接, 小球  $B$  可以沿水平  $V$  形槽滑动, 系统静止时轻杆与竖直方向夹角  $\theta = 37^\circ$ . 现让系统从静止绕  $OP$  缓慢加速转动, 某时刻  $B$  球对  $V$  形槽恰好无压力。已知重力加速度为  $g$ , 弹簧始终在弹性限度内, 不计一切摩擦,

$\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$ . 求:

- 
- (1) 弹簧的劲度系数  $k$ ;
  - (2)  $B$  球对 V 形槽恰好无压力时系统转动的角速度  $\omega$ ;
  - (3) 从静止开始至  $B$  球对 V 形槽无压力过程中槽对  $B$  球做的功。



## 答案及解析

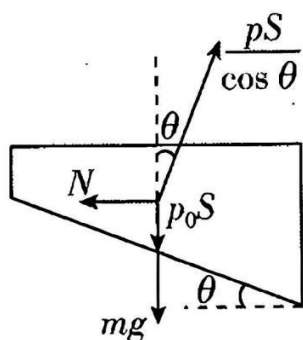
1. 答案：B

解析：A. 将一个带正电的导体球  $C$  靠近导体  $A$ ，由于静电感应，导体  $A$  带负电，导体  $B$  带正电，故导体  $A$ 、 $B$  下面的金属箔均张开，故 A 错误；B. 手摸一下导体  $A$  后，拿开手，由于球  $C$  不动，根据静电感应原理可知，导体  $A$  带负电，故 B 正确；C. 根据 B 选项分析可知，手摸一下导体  $B$  后，拿开手，则导体  $A$  仍然带负电，故 C 错误；D. 将导体  $A$ 、 $B$  分开后，再移走  $C$ ，此时导体  $A$ 、 $B$  不接触，电荷不发生转移，则  $A$  带负电， $B$  带正电，故 D 错误。故选 B。

2. 答案：D

解析：以金属圆板为研究对象，分析受力情况，圆板受重力  $mg$ 、外界大气压力  $p_0S$ 、容器壁的压力  $N$  和容器内气体的压力  $\frac{pS}{\cos\theta}$ ，如图所示，金属圆板处于平衡状态，其所受合力为零，

根据共点力平衡条件得  $\frac{pS}{\cos\theta} \cdot \cos\theta = p_0S + mg$ ，解得  $p = p_0 + \frac{mg}{S}$ ，故 D 正确。



3. 答案：B

解析：A. 根据逆向思维，把排球从  $P$  点到  $Q$  点看成是从  $Q$  点到  $P$  点做平抛运动，且  $Q$  到  $N$  排球也做平抛运动，根据平抛运动规律可得  $M$  到  $P$  的时间为  $P$  到  $N$  的一半，故 A 错误；

B. 根据平抛运动规律，水平方向有  $x = vt$

结合 A 选项可知  $t_{MP} = t_{QP}$

且根据斜抛运动对称性可知  $x_{MP} = 2x_{QP}$

联立以上可知排球离开  $M$  点的速率  $v_{xM}$  是经过  $Q$  点的速率  $v_{xQ}$  的两倍，故 B 正确；

C. 排球到达  $P$  点时的速率  $v_1 = \sqrt{(v_{xM})^2 + v_{y1}^2}$

排球离开  $P$  点时的速率  $v_2 = \sqrt{(v_{xQ})^2 + v_{y2}^2}$

由于两次在  $P$  点竖直方向速度均为  $v_y = \sqrt{2gh}$

由于两次水平方向速度大小不同，故排球到达  $P$  点时的速率和离开  $P$  点时的速率不相等，故 C 错误；

D. 根据斜抛运动对称性可知排球离开  $P$  点的速度和到达  $N$  点的速度大小相同，但方向不同，故 D 错误。

故选 B。

4. 答案：A

解析：以地球球心为圆心，以卫星 2 此刻到地心的距离为半径作圆，记作轨道 3，根据变轨原理可知卫星 2 在轨道 3 上的线速度  $v_3 > v_2$ ，根据牛顿第二定律，有  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ ，可知轨道半径越小，线速度越大，即  $v_1 > v_3$ ，故  $v_1 > v_2$ ，故 A 正确；根据牛顿第二定律有

$\frac{GMm}{r^2} = ma$ ，可得  $a = \frac{GM}{r^2}$ ，图示位置卫星 2 位于远地点，卫星 1 离地球球心更近，则卫星 1

的向心加速度大，故 B 错误；根据万有引力定律可知  $F = G \frac{Mm}{r^2}$ ，两颗卫星质量不一定相等，

分别经过  $A$  点时受到的万有引力不一定相等，故 C 错误；根据开普勒第三定律  $k = \frac{a^3}{T^2}$  可知，

卫星 1 圆轨道的半径与卫星 2 椭圆轨道的半长轴相等，则两颗卫星的周期相同，不可能相撞，故 D 错误。

5. 答案：B

解析：设  $A$ 、 $B$  的质量分别为  $m_A$ 、 $m_B$ ，加速度大小为  $a$ ，初始时系统处于静止状态，设此时弹簧的压缩量为  $x_0$ ，对小滑块  $A$  和  $B$  组成的系统，根据胡克定律和平衡条件得

$kx_0 = (m_A + m_B)g \sin 30^\circ$ ，解得弹簧压缩量  $x_0 = 0.3 \text{ m}$ ，小滑块  $A$ 、 $B$  分离瞬间，两者之间的弹力恰好为零，且有相同的加速度  $a$ ，设此时弹簧的压缩量为  $x_1$ ，则对小滑块  $A$  由牛顿第二定律得  $kx_1 - m_A g \sin 30^\circ = m_A a$ ，解得  $x_1 = 0.14 \text{ m}$ 。在小滑块  $A$ 、 $B$  分离之前，设  $A$ 、 $B$  的位移为  $x$ ，对  $A$ 、 $B$  整体，根据胡克定律和牛顿第二定律有

$F + k(x_0 - x) - (m_A + m_B)g \sin 30^\circ = (m_A + m_B)a$ ，解得  $F = kx + 6 \text{ N}$ ，则拉力做的功

$W = \bar{F}x = \frac{0 + 6 \text{ N} + k(x_0 - x_1) + 6 \text{ N}}{2} \times (x_0 - x_1)$ ，将各量代入上式可解得  $W = 1.6 \text{ J}$ ，B 正确。

6. 答案：D

解析： $\frac{1}{v}-x$  图线为直线，设  $\frac{1}{v}=kx$ ，则  $vx=\frac{1}{k}$ ， $v$  与  $x$  的乘积为常量，随着位移  $x$  增大，速率  $v$

减小，质点做减速直线运动，故 A 错误； $\frac{1}{v}-x$  图线的斜率为  $k=\frac{1}{vx}$ ，不等于质点运动的加速

度，故 B 错误；由于三角形  $OBC$  的面积为  $S_1=\frac{1}{2}OC \cdot BC=\frac{x_1}{2v_1}$ ，可知  $S_1$  表示从  $O$  运动到  $C$

所用的时间，同理，从  $O$  运动到  $C'$  所用的时间可表示为  $S_2=\frac{1}{2}OC' \cdot C'B'=\frac{x_2}{2v_2}$ ，所以四边形

$BB'C'C$  的面积表示质点从  $C$  运动到  $C'$  所用的时间，故 C 错误，D 正确。

7. 答案：D

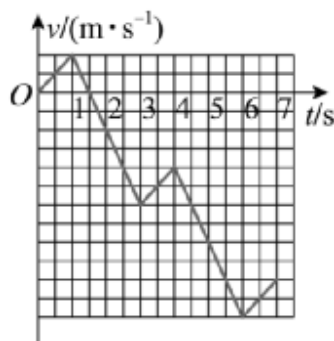
解析：AC. 因  $0 \sim 1s$  内粒子向正方向运动的加速度

$$a_1 = \frac{qE_0}{m}$$

在  $1 \sim 3s$  内粒子运动的加速度

$$a_2 = \frac{q \cdot 2E_0}{m} = 2a_1$$

则在  $t = 1.5s$  时刻速度减为零，然后反向运动……；画出带电粒子速度随时间  $t$  变化的图像如图所示



$v-t$  图线与时间轴所围“面积”表示位移，可见带电粒子不是只向一个方向运动，4s 末带电粒子不能回到原出发点，故 AC 错误；

B. 2s 末速度不为 0，可见  $0 \sim 2s$  内电场力做的功不等于 0，故 B 错误；

D. 2.5s 末和 4s 末，速度的大小、方向都相同，则  $2.5 \sim 4s$  内，动能变化为零，电场力做功等于 0，故 D 正确。

故选 D。

8. 答案：BC

解析：B. 合力先做正功再做负功，根据动能随  $x$  的表达式知，动能先均匀增加，然后均匀减

小, B 正确;

AD. 则物块先做匀加速直线运动, 然后做匀减速直线运动, 匀加速直线运动的位移和匀减速直线运动的位移大小相等, 匀减速直线运动的平均速度大于匀加速直线运动的平均速度, 则匀减速运动的时间小于匀加速直线运动的时间; 物体先向上匀加速后向上匀减速运动, 速度方向不变, 在中间位置而不是中间时刻, 加速度改变方向, 故 AD 错误。

C. 根据除重力以外其他力做功等于机械能的增量, 知前半段恒力  $F$  做正功, 可知机械能随  $x$  均匀增加, 后半段只有重力做功, 机械能守恒, 故 C 正确。

故选 BC。

9. 答案: ABD

解析:  $A$  和  $B$  在运动过程中, 沿杆方向速度相等, 当  $A$  到达  $B$  所在水平面时, 由运动的合成

与分解有  $v_A \cos 45^\circ = v_B$ , 解得  $v_B = \frac{\sqrt{2}}{2} v_A$ , A 正确; 从开始到  $A$  到达  $B$  所在的水平面的过程

中,  $A$ 、 $B$  两滑块组成的系统机械能守恒, 由机械能守恒定律有  $mgL \sin 30^\circ = \frac{1}{2} m v_B^2 + \frac{1}{2} m v_A^2$ ,

解得  $v_B = \sqrt{\frac{gL}{3}}$ , B 正确; 滑块  $B$  到达最右端时, 速度为零,  $A$  的速度方向垂直于杆, 则此时

轻杆与倾斜直杆垂直, 由机械能守恒定律可得  $mgL(\sin 30^\circ + \sin 45^\circ) = \frac{1}{2} m v_A^2$ , 解得

$v_A = \sqrt{(1 + \sqrt{2})gL}$ , C 错误; 当轻杆与水平直杆垂直时,  $B$  水平方向的合力为零, 速度最大,

此时  $A$  的速度为零, 由系统机械能守恒定律可得  $mgL(1 + \sin 30^\circ) = E_{kB}$ , 解得  $B$  的最大动能为

$E_{kB} = \frac{3}{2} mgL$ , D 正确。

10. 答案: BD

解析: A. 根据题意, 由对称性可知,  $M$ 、 $P$  两点的电场强度大小相等, 但方向不同, 故 A 错误;

B. 根据等量同种正点电荷空间等势面的分布特点可知, 在  $A$ 、 $B$  两处的正点电荷产生的电场中,  $M$ 、 $P$  两点的电势相等, 且  $N$  点的电势高于  $O$  点的电势,  $O$  点的电势高于  $M$ 、 $P$  点的电势; 在  $D$  点的负点电荷产生的电场中,  $N$  点的电势高于  $O$  点的电势,  $O$  点的电势高于  $M$ 、 $P$  两点的电势,  $M$ 、 $P$  两点的电势相等, 综上所述, 可知  $\varphi_N > \varphi_O > \varphi_P = \varphi_M$ , 故 B 正确;

C. 设  $OC$  上任一点到  $A$ 、 $B$ 、 $D$  距离  $r = r_A = r_B = r_D$

---

$$\text{此点电势 } \varphi = \frac{kQ}{r_A} + \frac{kQ}{r_B} - \frac{kQ}{r_D} = \frac{kQ}{r}$$

从  $O$  到  $C$ ,  $r$  越来越大, 则电势越来越小, 将带正电的试探电荷由  $O$  点沿直线移动到  $C$  点, 电势能一直减小, 故  $C$  错误;

$D$ . 根据等量同种正点电荷空间等势面的分布特点可知, 在  $A$ 、 $B$  两处的正点电荷产生的电场中,  $C$ 、 $D$  两点的电势相等, 则将固定在  $D$  点的点电荷移动到  $C$  点, 电场力做功为零, 故  $D$  正确。

故选  $BD$ 。

11. 答案: (1)  $\frac{d}{R\Delta t}$  (2)  $\frac{kR}{d^2}$  (3) 滑块与水平杆之间存在静摩擦力

解析: (1) 每次遮光片经过光电门时的线速度大小为

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

由线速度大小和角速度大小的关系式可得

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{d}{R\Delta t}$$

(2) 根据牛顿第二定律可得

$$F = mR\omega^2 = \frac{md^2}{R(\Delta t)^2}$$

可知  $F$  与  $\frac{1}{(\Delta t)^2}$  成正比, 以  $F$  为纵坐标,  $\frac{1}{(\Delta t)^2}$  为横坐标可在坐标纸上描出一条直线, 斜率

$$k = \frac{md^2}{R}$$

解得

$$m = \frac{kR}{d^2}$$

(3) 力传感器测量的  $F$  是绳子的拉力, 而在实际情况中, 滑块在做圆周运动时还会受到水平杆对它的静摩擦力, 向心力等于绳子拉力  $F$  和静摩擦力之和。因此, 在滑块与水平杆之间存在的静摩擦力的影响下, 力传感器示数  $F$  作为向心力时会比向心力理论值偏小。

12. 答案: (1) 0.98 (2)  $B$  (3)  $\frac{1}{h}$ ;  $\frac{d^2}{2g}$  (4) 大于

解析: (1) 游标卡尺的最小分度值为  $0.1\text{mm}$ , 该读数为

$$d = 9 \text{ mm} + 0.1 \times 8 \text{ mm} = 9.8 \text{ mm} = 0.98 \text{ cm} ;$$

(2) A.小球的直径小, 小球通过光电门的平均速度越接近瞬时速度, 但小球的直径越小, 用游标卡尺测量时的测量产生的偶然误差越大, 可知小球的直径应当适当小一些, 而不是越小越好, A 错误;

B.实验中如果球心轨迹与激光束不相交, 则小球的挡光距离将小于直径, 导致挡光时间偏小, 结果导致速度测量值偏大, 可知实验前应调整光电门位置使小球下落过程中球心通过光电门中的激光束, B 正确;

C.实验时应先打开光电计时器, 后释放铁球, 防止小球提前通过计时器时无法记录时间, C 错误。

故选 B。

$$(3) \text{ 小球通过光电门的速度 } v = \frac{d}{t}$$

从 A 到 B, 根据机械能守恒定律得  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$

$$\text{解得 } t^2 = \frac{d^2}{2g} \frac{1}{h}$$

为使图像呈直线, 应描绘  $t^2 - \frac{1}{h}$  图像。

图像的斜率  $k = \frac{d^2}{2g}$ , 可验证机械能守恒。

(4) 由于存在空气阻力, 在相等的下落高度  $h$  内, 小球通过光电门 B 的挡光时间大于理论值, 导致绘制的过原点的倾斜直线偏上, 可知用实验数据描绘的图像的斜率大于理论值。

$$13. \text{ 答案: } (1) y = \frac{EL^2}{4U} \quad (2) E_1 = 2E$$

解析: (1) 电子在电场中的加速, 由动能定理得

$$eU = \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$v_0 = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

设电子的竖直偏移量为  $y$ , 则根据类平抛运动规律可得

$$L = v_0 t$$

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

由牛顿第二定律得

$$a = \frac{eE}{m}$$

解得

$$y = \frac{EL^2}{4U}$$

(2) 当电压  $U_1 = 2U$  时, 同理有:

$$x = L = v_0t$$

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

由牛顿第二定律得

$$eE = ma$$

联立解得

$$E = \frac{4yU}{x^2}$$

根据题意可知  $x$ 、 $y$  均不变, 当  $U$  增大到原来的 2 倍, 场强  $E$  也增大为原来的 2 倍, 即

$$E_1 = 2E$$

14. 答案: (1) 50 J

(2) 50 N

(3)  $R \leq 3 \text{ m}$  或  $R \geq 7.5 \text{ m}$

解析: (1) 根据题意可知, 小物块受摩擦力作用加速运动, 加速到与传送带共速过程根据动能定理有  $W = \frac{1}{2}mv_0^2$ , 解得  $W = 50 \text{ J}$ .

(2) 根据题意, 小物块在  $C$  点时, 由牛顿第二定律有  $F_N - mg = m\frac{v_0^2}{R}$ , 解得  $F_N = 50 \text{ N}$ .

由牛顿第三定律可得, 小物块对轨道的压力大小为  $F'_N = F_N = 50 \text{ N}$ .

(3) 根据题意, 未改变速率和  $A$ 、 $B$  间距时, 对小物块由  $A$  运动到  $B$  的过程, 应用动能定理有  $\mu mgL = \frac{1}{2}mv_0^2$ , 解得  $\mu = 0.5$ ; 改变条件后, 若小物块能一直加速到  $v_1 = 13 \text{ m/s}$ , 则有

$\mu mg = ma_1, v_1^2 = 2a_1x$ , 解得  $x = 16.9 \text{ m} > 15 \text{ m}$ , 可知小物块由  $A$  到  $B$  的过程一直加速, 当小物

块滑到与圆心  $O$  等高处时速度为零，小物块不会脱离轨道，由动能定理得  $\mu mgL_1 - mgR = 0$ ，解得  $R = 7.5 \text{ m}$ ；当小物块恰能通过最高点时也不会脱离轨道，设经过最高点的速度为  $v_D$ ，由牛顿第二定律可得  $mg = m \frac{v_D^2}{R}$ ，由动能定理得  $\mu mgL_1 - 2mgR = \frac{1}{2}mv_D^2$ ，联立解得  $R = 3 \text{ m}$ ，综上所述，可得半径  $R$  的取值范围为  $R \leq 3 \text{ m}$  或  $R \geq 7.5 \text{ m}$ 。

15. 答案： (1)  $\frac{5mg}{L}$

(2)  $\sqrt{\frac{5g}{3L}}$

(3)  $\frac{19}{30}mgL$

解析： (1) 系统静止时，根据平衡条件有  $k(L - L \cos 37^\circ) = mg$ ，解得  $k = \frac{5mg}{L}$ 。

(2)  $B$  球对  $V$  形槽恰好无压力时，设此时弹簧的压缩量为  $\Delta x$ ，对整体分析有  $k\Delta x = 2mg$ ，解得  $\Delta x = \frac{2}{5}L$ ，

根据几何关系有  $\cos \theta' = \frac{L - \Delta x}{L} = \frac{3}{5}$ ，解得  $\theta' = 53^\circ$ ，

对  $B$  球，根据牛顿第二定律可得  $mg \tan \theta' = mL \sin \theta' \cdot \omega^2$ ，解得  $\omega = \sqrt{\frac{5g}{3L}}$ 。

(3) 对  $A$ ，由动能定理可得  $W_{\text{杆}} + W_G + W_{\text{弹}} = 0$ ，即  $W_{\text{杆}} + mg \cdot \frac{1}{5}L - \frac{mg + 2mg}{2} \cdot \frac{1}{5}L = 0$ ，解得  $W_{\text{杆}} = 0.1mgL$ ，

对  $B$  球，由动能定理可得  $W_{\text{外}} + W'_{\text{杆}} = \frac{1}{2}mv^2$ ，其中  $W'_{\text{杆}} = -W_{\text{杆}}$ ， $v = \omega L \sin 53^\circ$ ，联立解得

$$W_{\text{外}} = \frac{19}{30}mgL.$$