

## 2017 年广东省佛山市顺德区高考一模试卷物理

一、选择题(共 8 小题, 每小题 6 分, 满分 48 分。第 1-5 小题只有一项符合题目要求; 第 6-8 小题有多个选项符合题目要求。全部选对的得 6 分, 只选对 1 个的得 2 分, 选错不选的得 0 分。)

1. (6 分) 下列说法正确的是( )

- A. 牛顿通过理想斜面实验, 证明了力不是维持物体运动的原因
- B. 前苏联成功发射了世界第一颗人造卫星, 其环绕地球的速度大于  $7.9\text{km/s}$
- C. 力学单位制中的国际基本单位是质量, 米、秒
- D. 英国物理学家卡文迪许利用扭秤装置比较准确的测出万有引力常量, 这体现了放大和转化的思想

解析: A、是伽利略通过理想斜面实验, 证明了力不是维持物体运动的原因。故 A 错误;

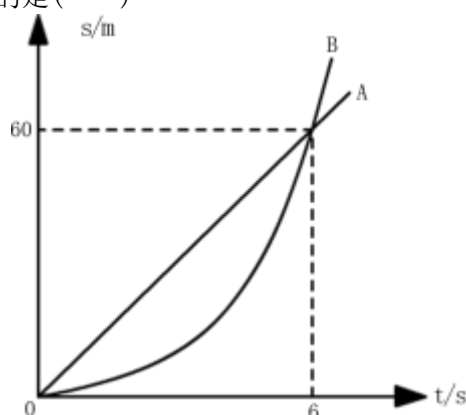
B、 $7.9\text{km/s}$  是第一宇宙速度, 是绕地球做匀速圆周运动的卫星的最大速度, 所以前苏联成功发射了世界第一颗人造卫星, 其环绕地球的速度不可能大于  $7.9\text{km/s}$ 。故 B 错误;

C、力学单位制中的国际基本单位是千克, 米、秒。故 C 错误;

D、英国物理学家卡文迪许利用扭秤装置比较准确的测出万有引力常量, 扭秤装置的原理体现了放大和转化的思想。故 D 正确。

答案: D

2. (6 分) A、B 两质点在同一直线上运动,  $t=0$  时刻, 两质点从同一地点运动的  $s-t$  图像, 如图所示, 下列说法正确的是( )



- A. A 质点以  $20\text{m/s}$  的速度匀速运动
- B. 0 到 6 秒, AB 间的距离越来越大
- C. B 一定做匀加速运动, 速度先小于 A 后大于 A
- D. 0 到 6 秒, A、B 的平均速度相同

解析: A、在  $s-t$  图像中, 斜率代表速度, 则 A 的速度为  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{60}{6} \text{m/s} = 10\text{m/s}$ , 故 A 错误;

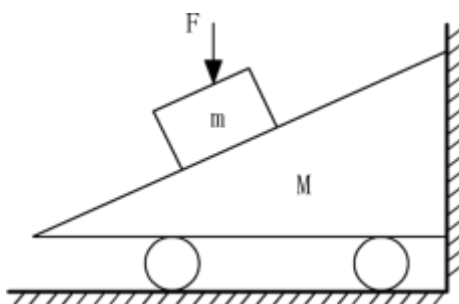
B、在  $0-6\text{s}$  内, 初末位置相同, 有图可知, AB 间的距离先增大后减小, 最后相等, 故 B 错误;

C、在  $s-t$  图像中, 若 B 是抛物线, 故 B 做匀加速运动, 斜率代表速度, 故速度先小于 A 后大于 A, 由于 B 可能不是抛物线, 故 C 错误;

D、0 到 6 秒, A、B 的位移相同, 故平均速度相同, 故 D 正确。

答案: D

3. (6 分) 如图所示, 斜面小车 M 静止在光滑水平面上, 紧贴墙壁。若在斜面上放一物体 m。再给 m 施加一竖直向下的恒力 F。M、m 均保持静止, 则小车受力的个数为( )



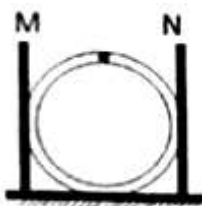
- A. 3
- B. 4
- C. 5
- D. 6

解析：先对物体  $m$  受力分析，受到重力、向下的恒力  $F$ 、支持力和静摩擦力，根据平衡条件，支持力和静摩擦力的合力、重力和恒力  $F$  的合力是一对平衡力，根据牛顿第三定律， $m$  对  $M$  的压力和静摩擦力的合力竖直向下；

再对  $M$  受力分析，受重力、 $m$  对它的垂直向下的压力和沿斜面向下的静摩擦力，同时地面对  $M$  有向上的支持力，共受到 4 个力；故 ACD 错误，B 正确。

答案：B

4. (6 分) 如图所示，内壁光滑质量为  $m$  的管形圆轨道，竖直放置在光滑水平地面上，恰好处在两固定光滑挡板  $M$ 、 $N$  之间，圆轨道半径  $R$ ，质量为  $m$  的小球能在管内运动，小球可视为质点，管的内径忽略不计。当小球运动到轨道最高点时，圆轨道对地面的压力刚好为零，下列判断正确的是( )



- A. 圆轨道对地面的最大压力大小为  $8mg$
- B. 圆轨道对挡板  $M$ 、 $N$  的压力总为零
- C. 小球运动的最小速度为  $\sqrt{gR}$
- D. 小球离挡板  $N$  最近时，圆轨对挡板  $N$  的压力大小为  $5mg$

解析：A、当小球运动到最高点时，圆轨道对地面的压力为零，可知小球对圆轨道的弹力等于圆轨道的重力，根据牛顿第二定律得， $mg+N=m\frac{v_1^2}{R}$ ， $N=mg$ ，解得最高点的速度  $v_1=\sqrt{2gR}$ ，

该速度为小球的最小速度。根据动能定理得， $mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ ，根据牛顿第二定律得， $N' - mg = m\frac{v_2^2}{R}$ ，联立解得小球对轨道的最大压力  $N' = 7mg$ ，则圆轨道对地面的最大压力为  $8mg$ ，故 A 正确，C 错误。

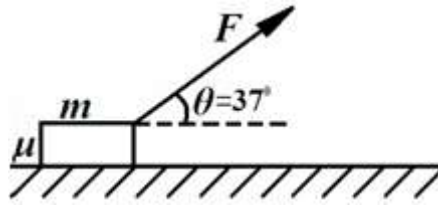
B、在小球运动的过程中，圆轨道对挡板的一侧有力的作用，所以对挡板  $M$ 、 $N$  的压力不为零，故 B 错误。

D、根据动能定理得， $mgR = \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ ，根据牛顿第二定律得， $N'' = m\frac{v_3^2}{R}$ ，联立解得  $N'' = 4mg$ ，则圆轨对挡板  $N$  的压力为  $4mg$ ，故 D 错误。

答案：A

5. (6 分) 如图所示，质量  $m=20\text{kg}$  的物块，在与水平方向成  $\theta=37^\circ$  的拉力  $F=100\text{N}$  作用下，

一直沿足够长的水平面做匀加速直线运动(取  $g=10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ )。下列说法正确的是( )



- A. 物体的合力可能大于 80N
- B. 地面对物体的支持力一定等于 140N
- C. 物块与水平面间动摩擦因数一定小于  $\frac{4}{7}$
- D. 物块的加速度可能等于  $2\text{m/s}^2$

解析: A、若水平面光滑, 则合力为  $F_{\text{合}} = F \cos 37^\circ = 100 \times 0.8 = 80\text{N}$ ; 水平面粗糙时, 则合力为:  $F_{\text{合}} = F \cos 37^\circ - f = 80 - f < 80\text{N}$ , 所以合力不可能大于 80N, 故 A 错误;

B、在竖直方向上  $F \sin 37^\circ + F_N = mg$ , 则  $F_N = mg - F \sin 37^\circ = 200 - 100 \times 0.6 = 140\text{N}$ , 故 B 正确;

C、若水平面粗糙, 水平方向  $F \cos 37^\circ - \mu F_N = ma$ , 解得

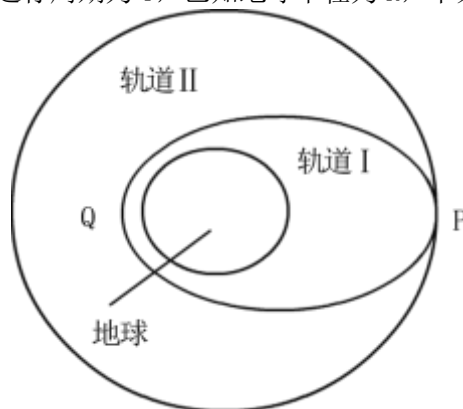
$$\mu = \frac{F \cos 37^\circ - ma}{F_N} = \frac{80 - 20a}{140} < \frac{80}{140} = \frac{4}{7}, \text{ 故 C 正确;}$$

D、当水平面光滑时, 合力 80N, 则加速度  $a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{80}{20} = 4\text{m/s}^2$

水平面粗糙时,  $a = \frac{F \cos 37^\circ - \mu F_N}{m} = \frac{80 - \mu \times 140}{20}$ , 当  $\mu = \frac{2}{7}$  时,  $a$  等于  $2\text{m/s}^2$ , 故 D 正确。

答案: BCD

6. (6分) 2016年10月17日我国成功发射了质量为  $m$  的“神舟”十一号飞船。飞船先沿椭圆轨道 I 飞行, 近地点 Q 贴近地面, 在远地点 P 处点火加速, 顺利进入距地面高度为  $h$  的圆轨道 II, 在此圆轨道上飞船运行周期为  $T$ , 已知地球半径为  $R$ , 下列判断正确的是( )



- A. 飞船在轨道 II 的动能为  $2m \frac{(R+h)^2 \pi^2}{T^2}$
- B. 飞船在轨道 I 运动的周期为  $\frac{T(2R+h)}{2(R+h)} \sqrt{\frac{2R+h}{2(R+h)}}$
- C. 飞船变轨前通过椭圆轨道 P 点的速度大于 Q 点的速度
- D. 从 Q 到 P 飞船做离心运动, 高度增加, 机械能增大

解析：A、根据万有引力提供向心力，得： $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = \frac{mv^2}{R+h}$

所以： $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

飞船的动能： $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{2(R+h)}$

根据  $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m(R+h) \cdot \frac{4\pi^2}{T^2}$ ,

解得： $GM = \frac{4\pi^2(R+h)^3}{T^2}$

所以： $E_k = \frac{2\pi^2 m(R+h)^2}{T^2}$ 。故 A 正确。

B、轨道 I 的半长轴： $r = \frac{R+R+h}{2} = \frac{2R+h}{2}$

根据开普勒第三定律得： $\frac{T_1^2}{T^2} = \frac{r^3}{(R+h)^3}$

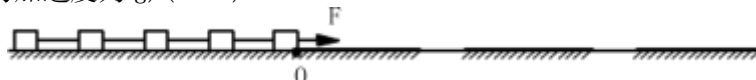
所以： $T_1 = \frac{T(2R+h)}{2(R+h)} \sqrt{\frac{2R+h}{2(R+h)}}$ 。故 B 正确；

C、从椭圆轨道上由远地点向近地点运动时，由于万有引力做功，动能增加，所以远地点 P 点的速度小于近地点的速度。故 C 错误。

D、从 Q 到 P 飞船做离心运动，但只有万有引力做功，系统的机械能不变。故 D 错误。

答案：AB

7. (6分) 如图所示，有五个完全相同、质量均为  $m$  的滑块(可视为质点)用长均为  $L$  的轻杆依次相连接，最右侧的第 1 个滑块刚好位于水平面的 0 点处，0 点左侧水平面光滑面、0 点右侧水平面由长  $3L$  的粗糙面和长  $L$  的光滑面交替排列，且足够长，已知在恒力  $F$  的作用下，第 3 个滑块刚好进入 0 点右侧后，第 4 个滑块进入 0 点右侧之前，滑块恰好做匀速直线运动，则可判断(重力加速度为  $g$ ) ( )



A. 滑块与粗糙段间的动摩擦因数  $\mu = \frac{F}{3mg}$

B. 第 4 个滑块进入 0 点后，滑块开始减速

C. 第 5 个滑块刚进入 0 点后时的速度为  $\sqrt{\frac{2FL}{5m}}$

D. 轻杆对滑块始终有弹力作用

解析：A、3 个滑块刚好进入 0 点右侧后，第 4 个滑块进入 0 点右侧之前，滑块恰好做匀速直线运动，则  $F - 3\mu mg = 0$ ，解得  $\mu = \frac{F}{3mg}$ ，故 A 正确；

B、第 4 个滑块进入 0 点后，第三个滑出粗糙面，此时受到摩擦力还是  $f = 3\mu mg = F$ ，还是匀速运动，故 B 错误；

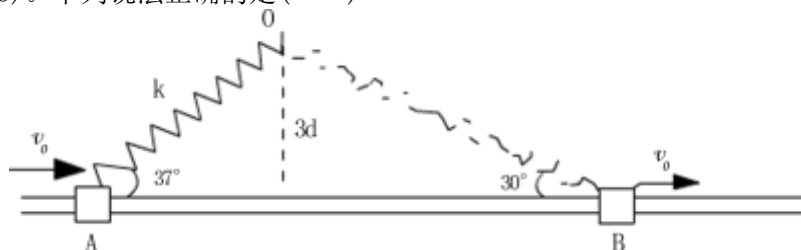
C、第 5 个滑块刚进入 0 点时，根据动能定理可知  $F \cdot 4L - \mu mg \cdot 3L - \mu mg \cdot 3L - \mu mg \cdot 2L - \mu mg = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得  $v = 2\sqrt{\frac{2FL}{3m}}$ ，故 C 错误；

D、在匀速阶段，轻杆对滑块无弹力作用，故 D 错误。

答案：A

8. (6分) 质量为  $m$  的物体(可视为质点)套在光滑水平固定直杆上，其上拴一劲度系数为  $k$  的

轻质弹簧，弹簧另一端固定于距离直杆  $3d$  的  $O$  点，物体从  $A$  点以初速度  $v_0$  向右运动，到达  $B$  点速度也为  $v_0$ ， $OA$  与  $OB$  的方位如图所示，弹簧始终处于弹性限度内(取  $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ )。下列说法正确的是( )



- A. 从  $A$  点到  $B$  点，物体的速度先增大后减小
- B.  $A$ 、 $B$  两点弹簧弹力的功率相等
- C. 由题中信息可知，轻质弹簧的原长为  $5.5d$
- D. 在  $A$  点，物体加速度的大小为  $\frac{0.4kd}{m}$

解析：A、C、由几何关系可得： $OA = \frac{3d}{\sin 37^\circ} = 5d$ ； $OB = \frac{3d}{\sin 30^\circ} = 6d$

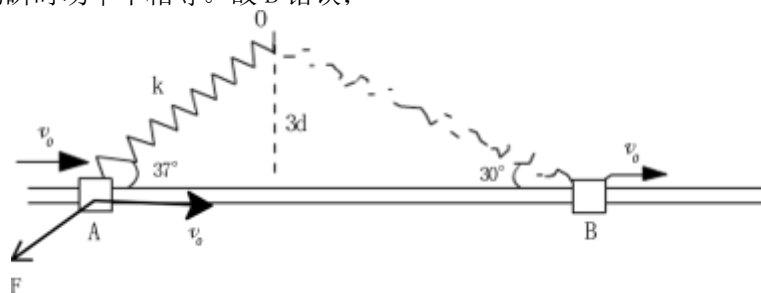
由于物体从  $A$  点以初速度  $v_0$  向右运动，到达  $B$  点速度也为  $v_0$ ，可知从  $A$  到  $B$  的过程中物体的动能变化量为  $0$ ；在该过程中，杆光滑，所以结合动能定理可知弹簧对物体做功的和等于  $0$ ，可知开始时弹簧的弹性势能等于后来的弹性势能，结合弹性势能的特点可知，开始时弹簧处于压缩状态，后来弹簧处于伸长状态；弹簧的压缩量等于后来弹簧的伸长量，则：

$$L_0 - 5d = 6d - L_0$$

所以弹簧的原长： $L_0 = 5.5d$ ；

物体从  $A$  向  $O$  点的正下方运动的过程中弹簧继续压缩，所以弹簧对物体做负功，物体的速度减小；物体从  $O$  点的正下方向  $B$  运动的过程中弹簧伸长，先对物体做正功，物体的速度增大；当弹簧的长度大于弹簧原长后，弹簧又开始对物体做负功，物体的速度又减小。所以物体先减速，再加速，最后又减速。故 A 错误，C 正确；

B、分别画出  $A$  点受到的弹力与速度，由公式： $P = Fv \cos \theta$  可知，二者  $F$  与  $v_0$  之间的夹角不同，则二者的瞬时功率不相等。故 B 错误；



C、在  $A$  点，弹簧的弹力  $F$  与运动方向之间的夹角为  $37^\circ$ ，则物体在  $A$  点的加速度：

$$a = \frac{F \cos 37^\circ}{m} = \frac{k(5d - L) \cos 37^\circ}{m} = \frac{0.4kd}{m}。故 D 正确。$$

答案：CD

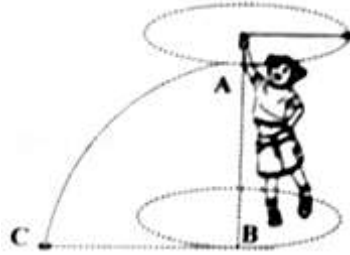
## 二、必做题(共 4 小题，满分 47 分)

9. (6 分) 某校学生验证向心力公式  $F = m \frac{v^2}{R}$  的实验中，设计了如下实验：

第 1 步：先用粉笔在地上画一个直径为  $2L$  的圆；

第 2 步：通过力传感器，用绳子绑住质量为  $m$  的小球，人站在圆内，手拽住绳子离小球距离为  $L$  的位置，用力甩绳子，使绳子离小球近似水平，带动小球做匀速圆周运动，调整位置，让转动小球的手肘的延长线刚好通过地上的圆心，量出手拽住处距离地面的高度为  $h$ ，记下力传感器的读数为  $F$ ；

第3步：转到某位置时，突然放手，让小球自由抛出去；  
 第4步：另一个同学记下小球的落地点C，将通过抛出点A垂直于地面的竖直线在地面上的垂足B与落地点C连一条直线，这条直线近似记录了小球做圆周运动时在地面上的投影圆的运动方向，量出BC间距离为S；  
 第5步：保持小球做圆周运动半径不变，改变小球做圆周运动的速度，重复上述操作。  
 试回答：（用题中的m、L、h、S和重力加速度g表示）  
 放手后，小球在空中运动的时间  $t = \underline{\hspace{2cm}}$ 。  
 在误差范围内，有  $F = \underline{\hspace{2cm}}$ 。  
 小球落地时的速度大小为  $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



解析：小球飞出后做平抛运动，根据  $h = \frac{1}{2}gt^2$  得，小球在空中运动的时间  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 。

绳子的拉力等于小球做圆周运动的向心力，小球的线速度  $v_0 = \frac{S}{t} = S\sqrt{\frac{g}{2h}}$ ，则拉力

$$F = m \frac{v_0^2}{L} = \frac{mgS^2}{2hL}。$$

落地时的竖直分速度  $v_y = \sqrt{2gh}$ ，根据平行四边形定则知，小球落地的速度

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{\frac{S^2 g}{2h} + 2gh}。$$

答案：  $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，  $\frac{mgS^2}{2hL}$ ，  $\sqrt{\frac{S^2 g}{2h} + 2gh}。$

10. (9分) 某实验小组按照如图1所示的装置对高中学生实验进行连续探究或验证：实验一“探究小车做匀变速直线运动规律”、实验二“验证牛顿第二定律”、实验三“探究小车受到的合力的功与动能变化的关系”。

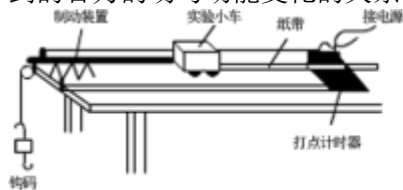


图1

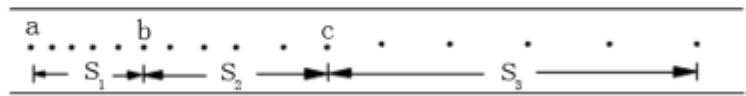


图2

- (1) 下列说法正确的是
- A、三个实验操作中均先释放小车，再接通打点计时器的电源
  - B、实验一不需要平衡摩擦力，实验二和实验三需要平衡摩擦力
  - C、实验一和实验二需要满足小车质量远大于钩码总质量，实验三则不需要
  - D、要求全部完成上述三个实验，除了图中所示的实验器材外，还须提供的共同实验器材有刻度尺

解析：根据打点计时器使用的注意事项可知，三个实验操作中均先接通打点计时器的电源，在释放小车。故A错误；  
 B、实验“探究小车做匀变速直线运动规律”中，只探索速度随时间的变化，不需要平衡摩擦力；实验二和实验三探索合外力与加速度、或做功的关系，所以都需要平衡摩擦力。故B正确；

C、实验“探究小车做匀变速直线运动规律”中，只探索速度随时间的变化，不需要满足小车质量远大于钩码总质量；实验三“探究小车受到的合力的功与动能变化的关系”中，将钩码的总重力看作是小车受到的合外力，则需要满足小车质量远大于钩码总质量。故 C 错误；D、要求全部完成上述三个实验，除了图中所示的实验器材外，还须提供的共同实验器材有刻度尺，来测量纸带上点与点之间的距离。故 D 正确。

答案：BD

(2) 实验小组按照规范操作打出的纸带如图 2 所示，已知相邻计数点时间为  $T$ ，间距为  $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$ ，钩码总质量为  $m$ ，小车质量为  $M$ ，且  $M \gg m$ ，重力加速度为  $g$ ，以小车为研究对象，那么从 b 到 c 小车合力做的功  $W = \underline{\hspace{2cm}}$ ，小车动能的变化  $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

解析：对 bc 段进行研究，则合外力对小车做功为  $W_{合} = mgs_2$ ，

利用匀变速直线运动的推论  $v_b = \frac{s_1 + s_2}{2T}$ ；

$v_c = \frac{s_2 + s_3}{2T}$ ；

小车动能的增加量  $\Delta E_{kbc} = \frac{1}{2}M \left[ \left( \frac{s_2 + s_3}{2T} \right)^2 - \left( \frac{s_1 + s_2}{2T} \right)^2 \right]$ 。

答案： $mgs_2$ ， $\frac{1}{2}M \left[ \left( \frac{s_2 + s_3}{2T} \right)^2 - \left( \frac{s_1 + s_2}{2T} \right)^2 \right]$

(3) 在第 (2) 问中，用钩码总重力代替小车受到的拉力，存在 偶然误差 (填“偶然误差”或“系统误差”)；为了准确探究，在保留原装置基础上，请提出一条合理的改进措施 钩码的质量远小于小车的质量。

解析：在第 (2) 问中，用钩码总重力代替小车受到的拉力，在小车加速的过程中，其加速度：

$$a = \frac{mg}{m+M}$$

所以对小车的拉力： $F = Ma = \frac{M}{m+M} \cdot mg < mg$ ，可知存在一定的系统误差；

为了准确探究，需要让该实验满足： $m \ll M$ ，即钩码的质量远小于小车的质量。

答案：系统误差，让该实验满足钩码的质量远小于小车的质量。

11. (12 分) 在一条平直的公路上，甲车停在 A 点，乙车以速度  $v = 10\text{m/s}$  匀速运动，当乙车运动到 B 点时，甲车以恒定加速度  $a = 0.5\text{m/s}^2$  匀加速启动，与乙车相向运动，若经过 20s 两车相遇，此时甲车恰好达到最大速度。已知甲车质量为  $1.0 \times 10^4\text{kg}$ ，额定功率为 50kW，阻力是车重的 0.05 倍。试求：

(1) 甲车保持匀加速运动的时间；

解析：对甲车，根据牛顿第二定律可知： $F - f = ma$ ，

解得： $F = f + ma = 0.05 \times 10000 \times 10 + 10000 \times 0.5\text{N} = 10000\text{N}$

匀加速达到的最大速度为： $v_{加} = \frac{P}{F} = \frac{50000}{10000}\text{m/s} = 5\text{m/s}$

加速时间为： $t = \frac{v_{加}}{a} = \frac{5}{0.5}\text{s} = 10\text{s}$ 。

答案：甲车保持匀加速运动的时间为 10s。

(2) AB 两点间的距离。

解析：甲车加速运动通过的位移为： $x_1 = \frac{1}{2}at^2 = 25\text{m}$

甲车达到的最大速度为： $v_m = \frac{P}{f} = \frac{50000}{0.05 \times 10000 \times 10} \text{m/s} = 10 \text{m/s}$

甲车 10 - 20s 内通过的位移为  $x_2$ ，根据动能定理有： $Pt' - f x_2 = \frac{1}{2} m v_m^2 - \frac{1}{2} m v_{10}^2$

代入数据解得： $x_2 = 25 \text{m}$

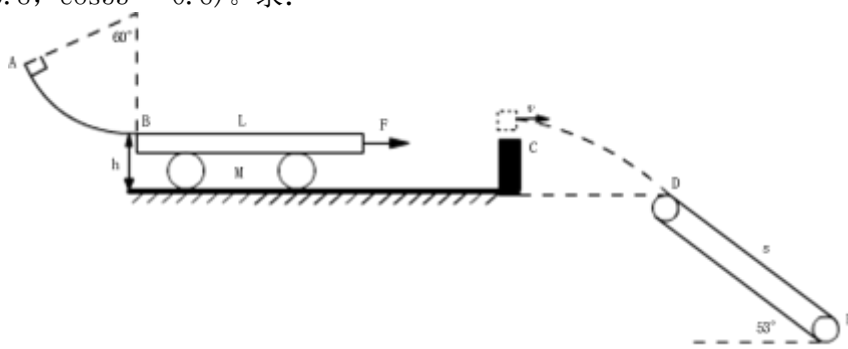
甲车通过的总位移为： $x_{\text{甲}} = x_1 + x_2 = 50 \text{m}$

乙车在 20s 内通过的位移为： $x_{\text{乙}} = vt = 200 \text{m}$

AB 两点间的距离为： $\Delta x = x_{\text{乙}} + x_{\text{甲}} = 250 \text{m}$ 。

答案：AB 两点间的距离为 250m。

12. (20 分) 如图所示，AB 为光滑圆弧形轨道，半径  $R = 2.5 \text{m}$ ，圆心角为  $60^\circ$ ，质量  $M = 4 \text{kg}$  的小车（紧靠 B 点）静止在光滑水平面上，上表面离地高度  $h = 0.8 \text{m}$ ，且与 B 点的等高，右侧很远处有一个和小车等高的障碍物 C（厚度可忽略），DE 是以恒定速率  $15 \text{m/s}$  转动的传送带，D 点位于水平面上。有一可视为质点  $m = 1 \text{kg}$  的物体，从 A 点静止释放，在 B 点冲上小车时，小车立即受到一水平向右恒力  $F$  的作用，当物块滑到小车最右端时，二者恰好相对静止，同时撤掉恒力  $F$ ，然后小车撞到障碍物 C 后立即停止运动，物块沿水平方向飞出，在 D 点恰好无碰撞地切入传送带，并沿着传送带下滑。已知物块与小车间的动摩擦因数  $\mu_1 = 0.2$ ，与传送带的动摩擦因数为  $\mu_2 = \frac{1}{3}$ ，传送带长度为  $s = 28 \text{m}$ ，与水平面的夹角为  $53^\circ$ （取  $g = 10 \text{m/s}^2$ ， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ ）。求：



(1) 物块滑到 B 点的速度大小  $v_0$  和物块飞离小车的水平速度大小  $v$ ；

解析：物块从 A 到 B 的过程，由机械能守恒定律得：

$$mgR(1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2} m v_0^2$$

代入数据得： $v_0 = 5 \text{m/s}$

小车撞到障碍物 C 后物块做平抛运动，则有：

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

代入数据得： $t = 0.4 \text{s}$

物块到达 D 点时竖直分速度大小为： $v_y = gt = 10 \times 0.4 = 4 \text{m/s}$

速度与水平方向的夹角为  $53^\circ$ ，则物块飞离小车的水平速度大小为：

$$v = v_y \cot 53^\circ = 4 \times \frac{3}{4} = 3 \text{m/s}。$$

答案：物块滑到 B 点的速度大小  $v_0$  和物块飞离小车的水平速度大小  $v$  分别为  $5 \text{m/s}$  和  $4 \text{m/s}$ 。

(2) 恒力  $F$  的大小和小车的长度  $L$ ；

解析：物块在小车滑行的加速度大小为：

$$a_m = \frac{\mu_1 mg}{m} = \mu_1 g = 0.2 \times 10 = 2 \text{m/s}^2$$

物块在小车上滑行的时间为：



$$t = \frac{v_0 - v}{a_m} = \frac{5 - 3}{2} = 1\text{s}$$

则小车在此过程中的加速度为：

$$a_m = \frac{v - v_0}{t} = \frac{3 - 5}{1} = -2\text{m/s}^2$$

对小车，由牛顿第二定律得：

$$F - \mu_1 mg = Ma_m$$

代入数据解得：F=14N

$$\text{小车的长度为：} L = \frac{v_0 + v}{2} t - \frac{v_0}{2} t = \frac{5 + 3}{2} \times 1 - \frac{5}{2} \times 1 = 2.5\text{m}$$

答案：恒力 F 的大小是 14N，小车的长度 L 是 2.5m。

(3) 物块在传送带上的运动时间 t 及在传送带上由于摩擦产生的内能 Q。

$$\text{解析：物块刚滑上传送带时的初速度为：} v_1 = \frac{v_y}{\sin 53^\circ} = \frac{4}{0.8} = 5\text{m/s}$$

设传送带的速度为 v<sub>皮</sub>，则有：v<sub>皮</sub>=15m/s

可知，物块滑上传送带后先做匀加速运动，所受的滑动摩擦力沿斜面向下，加速度为：

$$a_1 = \frac{mgsin53^\circ + \mu_2 mgcos53^\circ}{m} = g(\sin 53^\circ + \mu_2 \cos 53^\circ)$$

代入数据解得：a<sub>1</sub>=10m/s<sup>2</sup>

$$\text{物块速度从 } v_1 \text{ 增大到传送带速度的时间为：} t_1 = \frac{v_{皮} - v_1}{a_1} = \frac{15 - 5}{10} = 1\text{s}$$

$$\text{位移为：} x_1 = \frac{v_1 + v_{皮}}{2} t_1 = \frac{5 + 15}{2} \times 1 = 10\text{m} < s = 28\text{m}$$

共速后，由于 mgsin53° > μ<sub>2</sub>mgcos53°，所以物块继续匀加速运动，加速度大小为：

$$a_2 = \frac{mgsin53^\circ - \mu_2 mgcos53^\circ}{m} = g(\sin 53^\circ - \mu_2 \cos 53^\circ)$$

代入数据解得：a<sub>2</sub>=6m/s<sup>2</sup>

$$\text{根据运动学公式得：} s - x_1 = v_{皮} t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2$$

$$\text{代入数据得：} 18 = 15t_2 + 3t_2^2$$

解得：t<sub>2</sub>=1s (另一负值舍去)

所以物块在传送带上的运动时间为：t<sub>总</sub>=t<sub>1</sub>+t<sub>2</sub>=2s

物块在传送带上由于摩擦产生的内能为：

$$Q = \mu_2 mgcos53^\circ \cdot [(v_{皮} t_1 - x_1) + (s - x_1 - v_{皮} t_2)]$$

代入数据解得：Q=16J。

答案：物块在传送带上的运动时间 t 是 2s，在传送带上由于摩擦产生的内能 Q 是 16J。

三、选考题(共 2 小题，满分 15 分)

13. (5 分) 下列说法正确的是 ( )

- A. 液体的温度越高，布朗微粒运动越显著
- B. “水黾”可以停在水面上，是浮力作用的结果
- C. 当分子之间距离增大时，分子间的引力和斥力都减小
- D. 晶体的物理性质都是各向同性的
- E. 第二类永动机虽不违背能量守恒定律，但也是不可能制成的

解析：A、液体的温度越高，分子无规则热运动越剧烈，故微粒布朗运动越显著，故 A 正确；

B、“水黾”可以停在水面上，是液体表面张力作用的结果，故 B 错误；

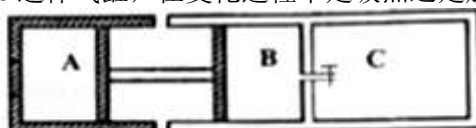
C、当分子之间距离增大时，分子间的引力和斥力都减小，只是斥力减小的更快，故 C 正确；

D、晶体分为单晶体与多晶体，其中多的物理性质是各向同性的，而单晶体是各向异性，故 D 错误；

E、第二类永动机不违反能量守恒定律，违反了宏观热学过程的方向性，不可能从单一热源吸取热量，并将这热量变为功，而不产生其他影响。热机的效率不可以达到 100%。故 E 正确。

答案：ACE

14. (10 分) 如图所示，绝热气缸 A 与导热气缸 B、C 均固定于地面，由刚性杆连接的绝热活塞与 AB 两气缸间均无摩擦，真空气缸 C 与气缸 B 通过阀门相连，气缸 C 的体积为  $2V_0$ ，气缸 A、B 内装有处于平衡状态的理想气体，气体体积均为  $V_0$ ，温度均为  $T_0$ ，现打开阀门，等达到稳定后，A 中气体压强为原来的 0.4 倍，设环境温度始终保持不变。求：气缸 A 中气体的体积  $V_A$  和温度  $T_A$ ；判断 BC 连体气缸，在变化过程中是吸热还是放热过程？简述理由。



解析：根据题意知 A 中气体压强为原来的 0.4 倍，根据活塞受力平衡，A、B 中气体压强始终相等，所以 B 中气体压强也变为原来的 0.4 倍，因为气缸 B 是导热气缸，气体发生的是等温变化，对 B 中气体，根据玻意耳定律  $pV=C$ ，所以 B 中气体的体积为原来的 2.5 倍，打开阀门后，气体扩散到 C 气缸，所以 B 气缸体积  $0.5V_0$

活塞向右移动了  $0.5V_0$ ，A 的体积  $V_A = V_0 + 0.5V_0 = 1.5V_0$

对 A，根据理想气体状态方程，有

$$\frac{p_A V_A}{T_0} = \frac{p'_A V'_A}{T_A}$$

代入数据：
$$\frac{p_A V_0}{T_0} = \frac{0.4 p_A \cdot 1.5 V_0}{T_A}$$

解得：
$$T_A = 0.6 T_0$$

气体 B 中气体的温度不变，内能不变  $\Delta U = 0$

活塞对 B 气体做功， $W > 0$

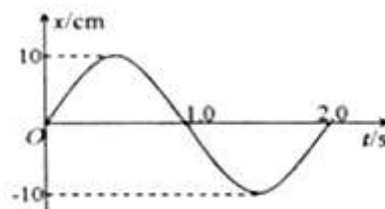
根据热力学第一定律  $Q < 0$ ，即在变化过程中气体放热。

答案：气缸 A 中气体的体积  $V_A$  为  $1.5V_0$  和温度  $T_A$  为  $0.6T_0$ 。

判断 BC 连体气缸，在变化过程中是放热过程。

[选修 3-4]

15. 弹簧振子在光滑水平面上振动，其位移时间图像如图所示，则下列说法正确的是 ( )



- A. 10 秒内振子的路程为 2m
- B. 动能变化的周期为 2.0s
- C. 在  $t=0.5s$  时，弹簧的弹力最大
- D. 在  $t=1.0s$  时，振子的速度反向
- E. 振动方程是  $x=0.10\sin \pi t$  (m)

解析：A、根据振动图像可知周期  $T=2.0\text{s}$ ，振幅  $A=10\text{cm}$ ， $t=10\text{s}=5T$ ，一个周期通过的路程为  $4A$ ，则  $10\text{s}$  内通过的路程为  $s=5 \times 4A=20 \times 10\text{cm}=200\text{cm}=2\text{m}$ ，故 A 正确；

B、每次经过平衡位置动能最大，在最大位移处动能为 0，在振子完成一个周期的时间内，动能完成 2 个周期的变化，故动能变化的周期为  $1\text{s}$ ，故 B 错误；

C、 $t=0.5\text{s}$  时，振子处于最大位移处，弹簧的弹力最大，故 C 正确；

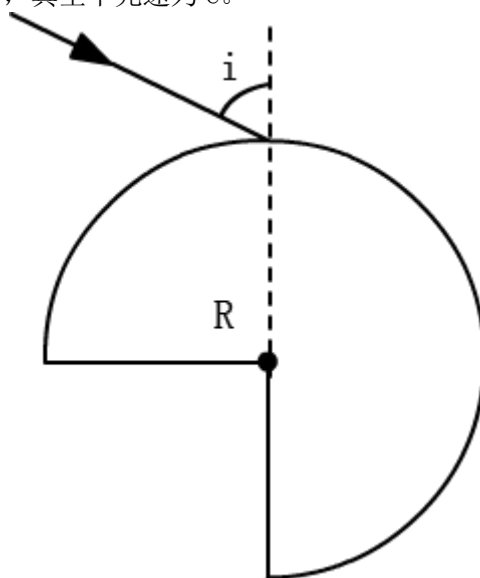
D、在  $t=0.5\text{s}$  到  $t=1.5\text{s}$  时间内振子沿  $x$  负方向运动，在  $t=0.1\text{s}$  时，振子的速度未反向，故 D 错误；

E、由振动图像知  $T=2.0\text{s}$ ，角速度  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} \text{rad/s} = \pi \text{rad/s}$ ，振动方程

$x=0.10\sin \pi t(\text{m})$ ，故 E 正确。

答案：ACE

16. 如图所示，横截面为  $\frac{3}{4}$  圆形的圆柱体光学器件是用折射率为  $\sqrt{3}$  的某种玻璃制成的，其截面半径为  $R$ ，现用一细光束垂直圆柱体的轴线以  $i=60^\circ$  的入射角从真空中射入圆柱体，不考虑光线在圆柱体内的反射，真空中光速为  $c$ 。

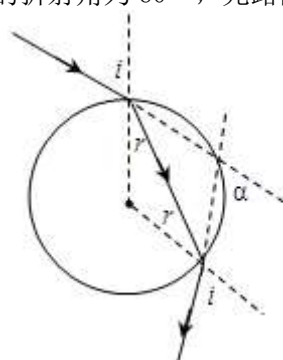


(1) 求该光线从圆柱中射出时，折射光线偏离进入圆柱体光线多大的角度？

解析：由折射定律  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ，得

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$$

则光线射入圆柱体内的折射角为  $r=30^\circ$ ，由几何知识得，光线从圆柱体射出时，在圆柱体内的入射角为  $30^\circ$ ，在圆柱体外的折射角为  $60^\circ$ ，光路图如图所示。



由几何知识，出射光线偏离原方向的角度为  $\alpha = 60^\circ$ 。

答案：求该光线从圆柱中射出时，折射光线偏离进入圆柱体光线  $60^\circ$  的角度。

(2) 光线在圆柱体中的传播时间。

解析：根据几何知识得到，光线在圆柱体中的路程： $S = \sqrt{3}R$

介质中传播速度  $v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{3}c}{3}$

所以，光线在圆柱体中的传播时间为  $t = \frac{S}{v} = \frac{\sqrt{3}R}{\frac{\sqrt{3}c}{3}} = \frac{3R}{c}$ 。

答案：光线在圆柱体中的传播时间  $\frac{3R}{c}$ 。

[选修 3—5]

17. 下列说法正确的是( )

- A. 物体的动量变化一定，物体所受合外力的作用时间越短，合外力就越大
- B. 篮球从空中竖直落下，落地后原速反弹，其动量变化量为零
- C. 物体动量变化的方向与速度变化的方向一定相同
- D. 玻璃杯从同一高度落下，掉在水泥地上比掉在草地上容易碎，这是由于玻璃杯与水泥地面撞击的过程中动量变化较大
- E. 质量为  $m$  的物体做平抛运动，落地前经过时间  $t$ ，物体动量的变化量为  $mgt$ ，方向竖直向下

解析：A、物体的动量变化一定，根据  $I = \Delta P$ ，冲量一定；根据  $I = Ft$ ，物体所受合外力的作用时间越短，合外力就越大，故 A 正确；

B、篮球从空中竖直落下，落地后原速反弹，动量的方向改变了，故动量变化不为零，故 B 错误；

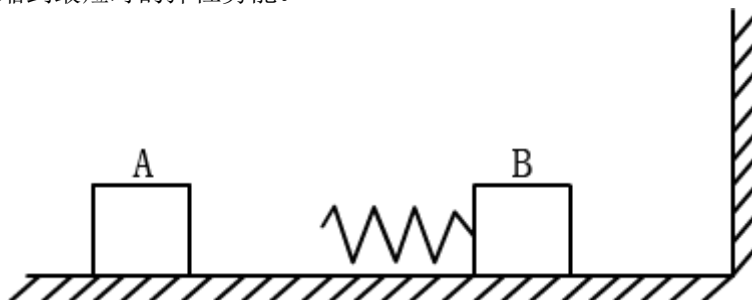
C、物体的质量一定，根据  $P = \Delta(mv) = m \cdot \Delta v$ ，故动量变化的方向与速度变化的方向一定相同，故 C 正确；

D、玻璃杯从同一高度落下，掉在水泥地上比掉在草地上容易碎，这是由于玻璃杯与水泥地面撞击的过程中时间短，故合力大，故 D 错误；

E、质量为  $m$  的物体做平抛运动，落地前经过时间  $t$ ，只受重力，根据动量定理，物体动量的变化量为  $mgt$ ，方向竖直向下，故 E 正确；

答案：ACE

18. 如图所示，在光滑的水平面上，质量为  $2m$  的物体 A 以初速度  $v_0$  向右运动，质量为  $m$  的物体 B 静止，其左侧连接一轻质弹簧，A 压缩弹簧到最短时 B 恰与墙壁相碰，碰后 B 以其碰前四分之一的动能反弹，B 与墙壁碰撞时间极短，求：物体 B 与墙碰前瞬间的速度大小；弹簧第二次被压缩到最短时的弹性势能。



解析：设 A 压缩弹簧到最短时 A、B 共同速度为  $v_1$ 。A、B 系统动量守恒，以向右为正方向，由动量守恒定律得：

$$2mv_0 = (2m+m)v_1,$$

$$\text{得 } v_1 = \frac{2}{3}v_0$$

据题知，物体 B 与墙碰前瞬间的速度大小为  $\frac{2}{3}v_0$ 。

B 与墙碰后动能为碰前动能的  $\frac{1}{4}$ ，则 B 与墙碰后速度大小为碰前速度大小的  $\frac{1}{2}$ ，为  $\frac{1}{3}v_0$ 。

设弹簧第二次被压缩到最短时 A、B 共同速度为  $v_2$ 。

以向右为正方向，由动量守恒定律得：

$$2mv_1 - m \cdot \frac{1}{3}v_0 = 3mv_2$$

设弹簧第二次被压缩到最短时的弹性势能为  $E_p$ ，

$$\text{由机械能守恒定律的： } \frac{1}{2} \cdot 2mv_1^2 + \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{3}v_0\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot 3mv_2^2 + E_p$$

$$\text{联立两式解得： } E_p = \frac{1}{3}mv_0^2$$

答案：物体 B 与墙碰前瞬间的速度大小是  $\frac{2}{3}v_0$ ；弹簧第二次被压缩到最短时的弹性势能是

$$\frac{1}{3}mv_0^2。$$