

2022-2023 学年苏州市高三（上）月考物理试卷

一、单项选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分。每题只有一个选项最符合题目要求。

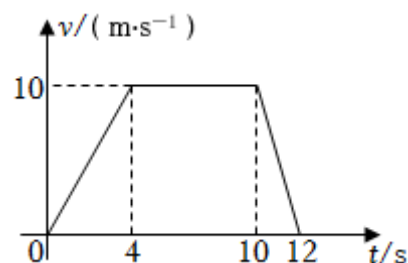
1. (4 分) 如图所示，北京首钢自由式滑雪大跳台由助滑道、起跳台、着陆坡、停止坡组成。运动员在完成一次跳台的过程中，下列说法正确的是 ()

- A. 助滑时运动员两腿尽量深蹲是为了降低重心增大重力
 B. 起跳时跳台对运动员的支持力等于运动员对跳台的压力
 C. 起跳后运动员在完成空中动作时运动员可看作质点
 D. 停止蹬地运动员就会缓慢停下，在缓慢停下的过程中运动员与滑雪板间的摩擦力是滑动摩擦力



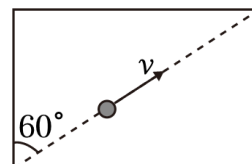
2. (4 分) 如图所示，为无人机执行任务后竖直降落过程的 $v-t$ 关系图像，已知无人机的总质量为 15kg ，下列说法正确的是 ()

- A. 前 4s 无人机处于失重状态
 B. 无人机下落的高度为 60m
 C. 无人机在第 2s 与第 11s 的加速度之比为 $2:1$
 D. 减速阶段时，无人机螺旋桨的升力大小为 187.5N



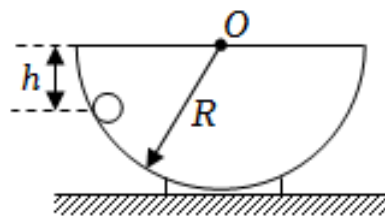
3. (4 分) 如图所示，吸附在竖直玻璃上质量为 m 的擦窗工具，在平行于玻璃的拉力作用下，沿与竖直方向夹角为 60° 的虚线方向做匀速直线运动，若摩擦力大小与重力大小相等，重力加速度为 g ，则拉力的大小为 ()

- A. mg B. $2mg$
 C. $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ D. $\sqrt{3}mg$



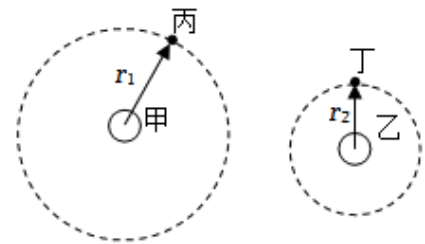
4. (4 分) 如图所示，在半径为 R 的半球形陶罐的内表面上，一质量为 m 的光滑小球在距碗口高度为 h 的水平面内做匀速圆周运动，小球可视为质点，重力加速度为 g ，则下列说法正确的是 ()

- A. 小球运动的周期为 $2\pi\sqrt{\frac{g}{h}}$
 B. 小球运动的线速度为 $\sqrt{\frac{g(R^2-h^2)}{h}}$
 C. 陶罐对小球的支持力为 $\frac{mgh}{R}$
 D. 小球运动的向心加速度为 $\frac{gh}{\sqrt{R^2-h^2}}$



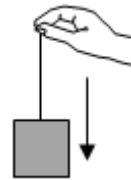
5. (4 分) 如图所示，甲、乙两行星半径相等，丙、丁两颗卫星分别绕甲、乙两行星做匀速圆周运动，丙、丁两卫星的轨道半径 $r_1=2r_2$ ，运动周期 $T_2=2T_1$ ，则 ()

- A. 甲、乙两行星质量之比为 $1:16\sqrt{2}$
- B. 甲、乙两行星第一宇宙速度大小之比为 $4\sqrt{2}:1$
- C. 甲、乙两行星密度之比为 $16:1$
- D. 甲、乙两行星表面重力加速度大小之比为 $8\sqrt{2}:1$



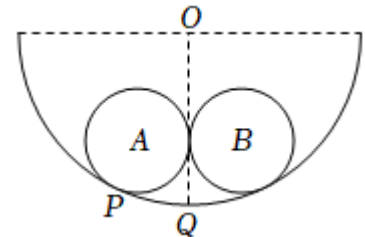
6. (4分) 如图所示, 物块在绳子的拉力作用下竖直向下运动, 忽略阻力, 下列说法正确的是 ()

- A. 重力对物体做的功等于物体动能的增量
- B. 物体所受合力对其一定做正功
- C. 物体的机械能一定减小
- D. 物体减少的重力势能一定等于其增加的动能



7. (4分) 如图所示, 半圆形容器固定在地面上, 容器内壁光滑, 两个完全相同且质量分布均匀的光滑小球 A、B 放在容器内, 处于静止状态。现用水平力作用在球 A 上, 则在球 A 由 P 点缓慢移动到 Q 点的过程中 ()

- A. 球 A 对球 B 的弹力逐渐增大
- B. 球 A 对球 B 的弹力先增大后减小
- C. 容器对球 B 的弹力逐渐增大
- D. 容器对球 B 的弹力先减小后增大



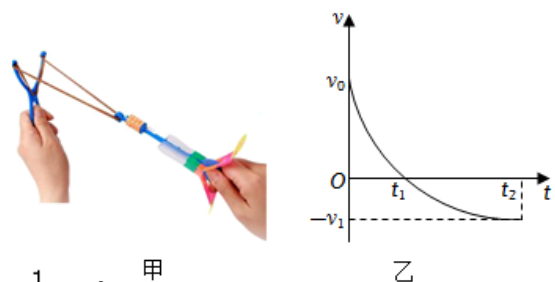
8. (4分) 如图所示, 是质量为 3kg 的滑块在大小为 6N 的水平恒力作用下, 在光滑的水平面上运动的一段轨迹, 滑块通过 P、Q 两点时的速度大小均为 6m/s , 在 P 点的速度方向与 PQ 连线的夹角 $\alpha=30^\circ$, 则滑块从 P 运动到 Q 的过程中 ()

- A. 水平恒力 F 与 PQ 连线的夹角为 60°
- B. 滑块从 P 到 Q 的时间为 4s
- C. 滑块的最小速度为 3m/s
- D. 滑块到直线 PQ 的最大距离为 2.25m

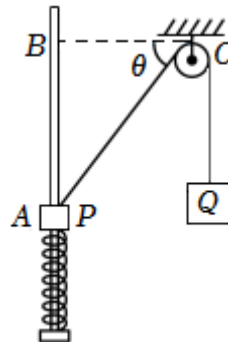


9. (4分) 如图甲所示, 橡皮筋弹弓夜光飞箭是一种小玩具, 其运动过程可简化为: 质量为 m 的飞箭以初速度 v_0 竖直向上射出, 运动过程中受到的空气阻力与其速率成正比, 速度随时间的变化关系如图乙所示。 t_2 时刻落回发射点, 且此前已做匀速运动, 则下列关于飞箭运动的描述中正确的是 ()

- A. 飞箭的加速度先减小后增大
- B. 飞箭上升的最大高度为 $\frac{(v_0 - \xi t_1)v_1}{\xi}$
- C. 上升和下落过程中平均速度大小相等
- D. 从射出到落回发射点的过程中克服阻力做功为 $\frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$



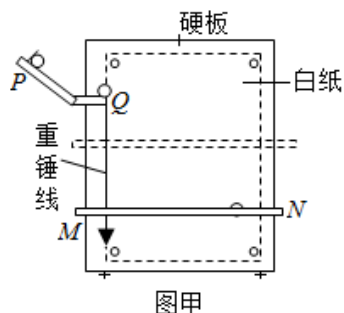
10. (4分) 如图所示, 一根轻质弹簧一端固定于光滑竖直杆上, 另一端与质量为 m 的滑块 P 连接, P 穿在杆上, 一根轻绳跨过定滑轮将滑块 P 和重物 Q 连接起来, 滑块 Q 的质量为 $4m$, 把滑块从图中 A 点由静止释放后沿竖直杆上下运动, 当它经过 A、B 两点时弹簧对滑块的弹力大小相等, 已知 OA 与水平面的夹角 $\theta=53^\circ$, OB 长为 $3L$, 与 AB 垂直, 不计滑轮的摩擦力, 重力加速度为 g , 滑块 P 从 A 到 B 的过程中, 下列说法正确的是 ()



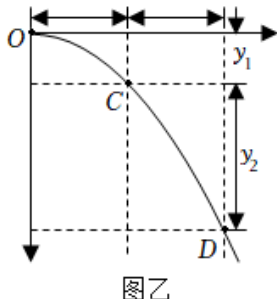
- A. 滑块 P 的加速度一直减小
- B. 滑块 P 的最大速度为 $2\sqrt{2gL}$
- C. 轻绳对滑块 P 做功 $8mgL$
- D. 重力对滑块 Q 做功的功率一直减小

二、非选择题: 共 5 题, 共 60 分, 其中第 12~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分; 有数值计算时, 答案中必须明确写出数值和单位。

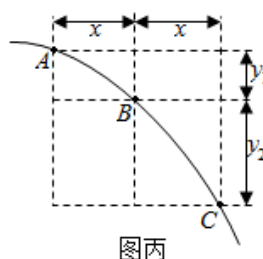
11. (10分) 用如图甲所示的装置研究平抛运动。将白纸和复写纸对齐重叠并固定在硬板上、钢球沿斜槽轨道 PQ 滑下后从 Q 点飞出, 落在水平挡板 MN 上、由于挡板靠近硬板一侧较低, 钢球落在挡板上时, 钢球侧面会在白纸上挤压出一个痕迹点, 在如图乙所示的白纸上建立以抛出点为坐标原点、水平方向为 x 轴、竖直方向为 y 轴的坐标系。



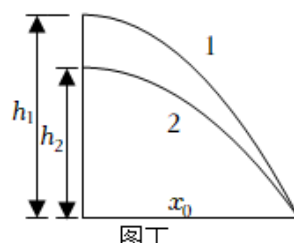
图甲



图乙



图丙



图丁

(1) 以下是实验过程中的一些做法, 其中合理的是 _____。

- A. 安装斜槽轨道, 使其末端保持水平
- B. 每次小球释放的初始位置可以任意选择
- C. 实验时应先确定 x 轴再确定 y 轴
- D. 为描出小球的运动轨迹, 描绘的点可以用折线连接

(2) 如图乙所示, 根据印迹描出平抛运动的轨迹。在轨迹上取 C、D 两点, OC 与 CD 的水平间距相等且均为 x , 测得 OC 与 CD 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2 ; 重复上述步骤, 测得多组数据, 计算发现始终满

足 $\frac{y_1}{y_2} = \frac{x}{x}$, 由此可初步得出结论: 平抛运动的水平分运动是匀速直线运动。

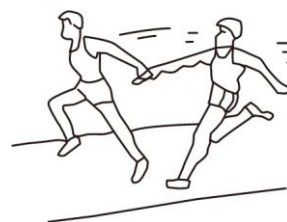
(3) 如图丙所示, 若实验过程中遗漏记录平抛轨迹的起始点, 也可按下述方法处理数据: 在轨迹上取

A、B、C 三点，AB 和 BC 的水平间距相等且均为 x ，测得 AB 和 BC 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2 ，可求得钢球平抛的初速度大小为 _____，B 点距离抛出点的高度差为 _____。（已知当地重力加速度为 g ，结果用 y_1 、 y_2 、 x 表示）

(4) 某实验小组上下移动坐标纸，分别从不同位置静止释放小球，发现两球轨迹 1、2 相交于一点，如题图丁所示，两球交点距抛出点的高度差分别为 h_1 、 h_2 ，水平位移为 x_0 ，通过理论推导发现，要使两球在交点处的速率相等，则 h_1 、 h_2 和 x_0 须满足的关系式为 _____。（结果用 h_1 、 h_2 和 x_0 表示）

12. (12 分) 甲、乙两个同学在直跑道上练习 $4 \times 100\text{m}$ 接力，他们在奔跑时有相同的最大速度。乙从静止开始全力奔跑需跑出 25m 才能达到最大速度，这一过程可看作匀变速直线运动。现在甲同学持棒以最大速度向乙奔来，乙在接力区伺机全力奔出。若要求乙接棒时奔跑的速度达到最大速度的 80% ，则：

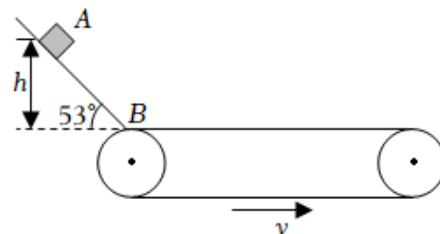
- (1) 乙同学在接力区须奔出多少距离？
- (2) 乙同学应在距离甲同学多远时起跑？



13. (12 分) 2022 年 9 月 17 日，神舟十四号航天员乘组圆满完成第二次出舱任务。若“天宫一号”空间站绕地球做匀速圆周运动，它与地心的连线在单位时间内扫过的面积为 S ，已知地球的半径为 R ，地球表面的重力加速度为 g ，试求：

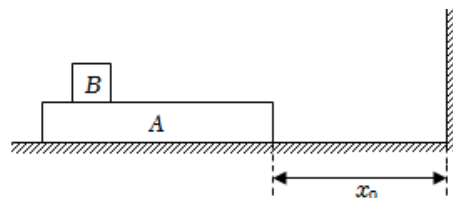
- (1) 空间站的轨道半径；
- (2) 空间站的线速度大小。

14. (14 分) 如图所示, 倾角为 53° 的光滑斜面末端 B 与水平传送带平滑衔接。一质量为 $m=2\text{kg}$ 的滑块 (可视为质点) 从斜面上的 A 点由静止释放, A 点与 B 端的竖直高度差为 $h=3.2\text{m}$ 。已知传送带匀速运行的速度为 $v=4\text{m/s}$, 滑块与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.2$, 传送带足够长, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。自滑块由 A 点释放开始, 求:



- (1) 滑块第一次到达 B 端时的速度大小;
- (2) 滑块第二次到达 B 端的时间;
- (3) 60s 时间内, 电动机消耗的电能。

15. (12 分) 风洞是用来模拟飞行器或实体周围气体的流动情况、测量气流对实体的作用效果的一种实验设备。某风洞实验可简化为如下模型: 在风洞作用区的光滑水平面上静止放置一个质量为 m 的木板 A, 其右端与墙壁距离为 x_0 , 左端静止放置一个质量为 m 、可视为质点的物块 B, 二者间动摩擦因数为 μ ($\mu > 1$), 木板 A 和物块 B 分别受到大小为 mg 、方向水平向右的恒定风力作用, 现将木板 A 和物块 B 同时由静止释放, 木板将在风洞内往返运动, 并撞击右侧墙壁, 若该碰撞时间极短、为完全弹性碰撞, 运动过程中物块始终未脱离木板, 重力加速度为 g 。求:



- (1) 木板第一次与墙壁碰撞后瞬间物块 B 的加速度;
- (2) 从释放到木板与墙壁第二次碰撞, 木板运动的路程;
- (3) 从释放到木板 A 和物块 B 都静止, 系统因摩擦产生的热量。

2022-2023 学年苏州市高三（上）月考物理试卷

参考答案与试题解析

一、单项选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分。每题只有一个选项最符合题目要求。

1. (4 分) 如图所示，北京首钢自由式滑雪大跳台由助滑道、起跳台、着陆坡、停止坡组成。运动员在完成一次跳台的过程中，下列说法正确的是 ()



- A. 助滑时运动员两腿尽量深蹲是为了降低重心增大重力
 B. 起跳时跳台对运动员的支持力等于运动员对跳台的压力
 C. 起跳后运动员在完成空中动作时运动员可看作质点
 D. 停止蹬地运动员就会缓慢停下，在缓慢停下的过程中运动员与滑雪板间的摩擦力是滑动摩擦力

【分析】 质量不变，重力是不变的，降低重心不会增大重力；作用力与反作用力大小相等；考虑运动员的动作时运动员的大小和形状不能被忽略，不可以看作质点；有相对运动趋势的为静摩擦力。

【解答】 解：A、降低重心不会增大重力，故 A 错误；

B、起跳时跳台对运动员的支持力与运动员对跳台的压力为作用力与反作用力，故大小相等，故 B 正确；

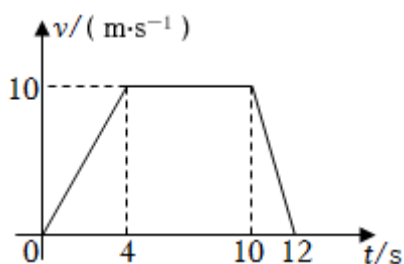
C、考虑运动员的动作时不可以看作质点，故 C 错误；

D、停止蹬地运动员就会缓慢停下，在缓慢停下的过程中运动员与滑雪板间没有发生相对滑动，故摩擦力是静摩擦力，故 D 错误；

故选：B。

【点评】 明确物体看成质点的条件，作用力与反作用力的特点，重力及静摩擦力即可。

2. (4 分) 如图所示，为无人机执行任务后竖直降落过程的 $v-t$ 关系图像，已知无人机的总质量为 15kg ，下列说法正确的是 ()



- A. 前 4s 无人机处于失重状态

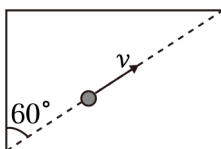
- B. 无人机下落的高度为 60m
- C. 无人机在第 2s 与第 11s 的加速度之比为 2: 1
- D. 减速阶段时, 无人机螺旋桨的升力大小为 187.5N

【分析】 在 $v-t$ 图像中, 速度正负表示速度方向。图线斜率表示加速度。根据速度—时间图线与时间轴所围的面积大小等于位移, 根据牛顿第二定律求得无人机的升力。

【解答】 解: A、根据 $v-t$ 图像可知, 在前 4s 内无人机向下做加速运动, 故处于失重状态, 故 A 正确;
 B、在 $v-t$ 图像中, 图像所围面积表示位移则, $x = \frac{1}{2} \times (12+6) \times 10\text{m} = 90\text{m}$, 故 B 错误;
 C、速度—时间图线的斜率表示加速度, 则无人机在第 2s 末的加速度大小为 $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{10}{4} \text{m/s}^2 = 2.5 \text{m/s}^2$, 在第 11s 末的加速度大小为 $a_2 = \left| \frac{\Delta v_2}{\Delta t} \right| = \frac{10}{12-10} \text{m/s}^2 = 5 \text{m/s}^2$, 则无人机在第 2s 与第 11s 的加速度之比 $a_1 : a_2 = 1 : 2$, 故 C 错误;
 D、根据牛顿第二定律可得: $mg - F = ma_2$, 解得 $F = 75\text{N}$, 故 D 错误;
 故选: A。

【点评】 对于 $v-t$ 图像问题, 关键要抓住两个数学意义来理解其物理意义: 斜率等于加速度, “面积”等于位移。

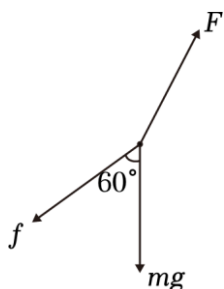
3. (4 分) 如图所示, 吸附在竖直玻璃上质量为 m 的擦窗工具, 在平行于玻璃的拉力作用下, 沿与竖直方向夹角为 60° 的虚线方向做匀速直线运动, 若摩擦力大小与重力大小相等, 重力加速度为 g , 则拉力的大小为 ()



- A. mg
- B. $2mg$
- C. $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$
- D. $\sqrt{3}mg$

【分析】 根据平行四边形法则结合共点力的平衡条件可解得。

【解答】 解: 作出擦窗工具沿竖直平面的受力, 如图:



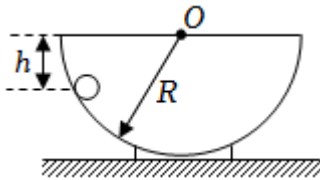
根据力的平衡条件和平行四边形法则可知拉力大小 $F = \sqrt{3}mg$;

故 ABC 错误，D 正确；

故选：D。

【点评】本土你考查共点力平衡条件，解题关键掌握受力分析及平衡条件的应用。

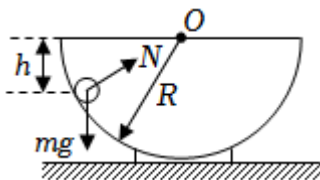
4. (4分) 如图所示，在半径为 R 的半球形陶罐的内表面上，一质量为 m 的光滑小球在距碗口高度为 h 的水平面内做匀速圆周运动，小球可视为质点，重力加速度为 g ，则下列说法正确的是 ()



- A. 小球运动的周期为 $2\pi\sqrt{\frac{g}{h}}$
- B. 小球运动的线速度为 $\sqrt{\frac{g(R^2-h^2)}{h}}$
- C. 陶罐对小球的支持力为 $\frac{mgh}{R}$
- D. 小球运动的向心加速度为 $\frac{gh}{\sqrt{R^2-h^2}}$

【分析】小球做圆周运动由重力和支持力的合力提供向心力，结合牛顿第二定律，运用几何关系求解即可。

【解答】解：A、对小球受力分析如图所示



设支持力与水平方向的夹角为 θ ，则 $\tan \theta = \frac{h}{\sqrt{R^2-h^2}}$ ，小球转动的半径 $r = \sqrt{R^2-h^2}$

根据牛顿第二定律可得： $\frac{mg}{\tan \theta} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ，解得 $T = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}$ ，故 A 错误；

B、根据 $\frac{mg}{\tan \theta} = m \frac{v^2}{r}$ ，解得 $v = \sqrt{\frac{g(R^2-h^2)}{h}}$ ，故 B 正确；

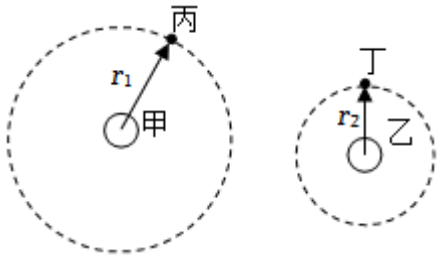
C、小球受到的支持力为 $N = \frac{mg}{\sin \theta} = \frac{mgR}{h}$ ，故 C 错误；

D、根据 $\frac{mg}{\tan \theta} = ma$ ，可得 $a = \frac{g\sqrt{R^2-h^2}}{h}$ ，故 D 错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键是知道小球做圆周运动向心力的来源，结合牛顿第二定律进行求解，难度不大。

5. (4分) 如图所示，甲、乙两行星半径相等，丙、丁两颗卫星分别绕甲、乙两行星做匀速圆周运动，丙、丁两卫星的轨道半径 $r_1=2r_2$ ，运动周期 $T_2=2T_1$ ，则 ()



- A. 甲、乙两行星质量之比为 $1:16\sqrt{2}$
 B. 甲、乙两行星第一宇宙速度大小之比为 $4\sqrt{2}:1$
 C. 甲、乙两行星密度之比为 $16:1$
 D. 甲、乙两行星表面重力加速度大小之比为 $8\sqrt{2}:1$

【分析】卫星做匀速圆周运动万有引力提供向心力列出等式求解行星的质量，再根据同步卫星做匀速圆周运动列出等式求解。根据密度的定义求解密度。

【解答】解：A、根据卫星运动的向心力由万有引力提供，得 $G\frac{Mm}{r^2}=mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ ，

解得： $M=\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ ，则甲、乙两行星质量之比为 $\frac{M_{甲}}{M_{乙}}=\frac{32}{1}$ ，故 A 错误；

B、由 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v_1^2}{R}$ 得甲、乙两行星第一宇宙速度大小之比为 $\frac{v_{甲1}}{v_{乙1}}=\sqrt{\frac{M_{甲}}{M_{乙}}}=\frac{4\sqrt{2}}{1}$ ，故 B 正确；

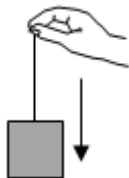
C、由 $M=\rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$ ，得甲、乙两行星密度之比为 $\frac{\rho_{甲}}{\rho_{乙}}=\frac{M_{甲}}{M_{乙}}=\frac{32}{1}$ ，故 C 错误；

D、由 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ 得甲、乙两行星表面重力加速度大小之比为 $\frac{g_{甲}}{g_{乙}}=\frac{M_{甲}}{M_{乙}}=\frac{32}{1}$ ，故 D 错误。

故选：B。

【点评】明确由万有引力提供向心力，分别有线速度，角速度，及周期来表示向心力，求出 v 和 T ，分析和什么因素有关。

6. (4分) 如图所示，物块在绳子的拉力作用下竖直向下运动，忽略阻力，下列说法正确的是 ()



- A. 重力对物体做的功等于物体动能的增量
- B. 物体所受合力对其一定做正功
- C. 物体的机械能一定减小
- D. 物体减少的重力势能一定等于其增加的动能

【分析】合外力对物体做的功等于物体动能的增量；根据合力方向与位移方向的关系判断合力做功正负；根据拉力做功情况判断物体机械能的变化情况，并判断物体减少的重力势能与其增加的动能的关系。

【解答】解：A、根据动能定理可知，合外力对物体做的功等于物体动能的增量，重力对物体做的功等于物体重力势能的减少量，故 A 错误；

B、物体所受合力方向与位移方向可能相同，也可能相反，合力也可能为零，所以物体所受合力可能对其做正功，可能做负功，也可能不做功，故 B 错误；

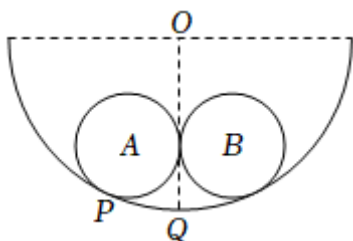
C、绳子的拉力对物体做负功，由功能关系可知，物体的机械能一定减小，故 C 正确；

D、物体的机械能减小，而机械能等于重力势能与动能之和，则物体减少的重力势能一定大于其增加的动能，故 D 错误。

故选：C。

【点评】解答本题时，要掌握动能定理和功能关系，知道除重力以外其它力对物体做功等于物体机械能的变化。

7. (4 分) 如图所示，半圆形容器的固定在地面上，容器内壁光滑，两个完全相同且质量分布均匀的光滑小球 A、B 放在容器内，处于静止状态。现用水平力作用在球 A 上，则在球 A 由 P 点缓慢移动到 Q 点的过程中 ()



- A. 球 A 对球 B 的弹力逐渐增大
- B. 球 A 对球 B 的弹力先增大后减小
- C. 容器对球 B 的弹力逐渐增大
- D. 容器对球 B 的弹力先减小后增大

【分析】对 B 受力分析，根据三力平衡作出矢量三角形可分析解得。

【解答】解：对 B 球受力分析如图 1 所示：

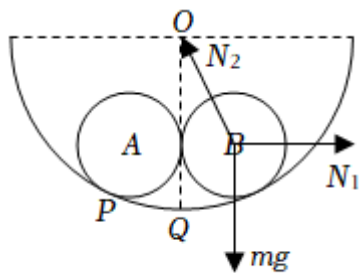


图1

缓慢推动 A 球由 P 点缓慢移动到 Q 点的过程中， N_1 和 N_2 的夹角不变，根据三力平衡作出矢量三角形如图 2 所示，

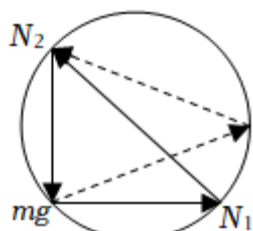


图2

从图 2 可以看出 B 球受到 A 球的弹力 N_1 逐渐增大，容器对 B 球的支持力 N_2 逐渐减小，故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

【点评】本题考查共点力平衡与力的动态平衡，解题关键掌握图解法的应用。

8. (4 分) 如图所示，是质量为 3kg 的滑块在大小为 6N 的水平恒力作用下，在光滑的水平面上运动的一段轨迹，滑块通过 P、Q 两点时的速度大小均为 6m/s ，在 P 点的速度方向与 PQ 连线的夹角 $\alpha=30^\circ$ ，则滑块从 P 运动到 Q 的过程中 ()



- A. 水平恒力 F 与 PQ 连线的夹角为 60°
 B. 滑块从 P 到 Q 的时间为 4s
 C. 滑块的最小速度为 3m/s
 D. 滑块到直线 PQ 的最大距离为 2.25m

【分析】根据速度的变化情况分析出做功的大小，由此分析出恒力的方向；将速度分解到垂直于 PQ 方向和平行于 PQ 方向，分别用运动学公式计算出运动的时间和最小速度；根据位移—时间关系求最大距

离。

【解答】解：A、滑块在水平恒力作用下由 P 到 Q，滑块过 P、Q 两点时速度大小均为 $v=6\text{m/s}$ ，即水平恒力做功为零，所以力应该和位移的方向垂直，且指向运动轨迹的凹侧，故 A 错误；

B、把滑块速度分解到垂直于 PQ 方向上，则

$$v_2 = v \sin \alpha = 6 \times \frac{1}{2} \text{m/s} = 3 \text{m/s},$$

在这个方向上滑块先减速后反向加速，其运动的加速度为：

$$a = \frac{F}{m} = \frac{6}{3} \text{m/s}^2 = 2 \text{m/s}^2$$

根据运动对称性，滑块从 P 到 Q 的时间：

$$t = \frac{2v_2}{a} = \frac{2 \times 3}{2} \text{s} = 3 \text{s},$$

故 B 错误；

C、把速度分解到 PQ 方向，有：

$$v_1 = v \cos \alpha = 6 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{m/s} = 3\sqrt{3} \text{m/s},$$

滑块在这个方向上的运动为匀速直线运动，所以当滑块在垂直于 PQ 方向上的速度等于零时，此时滑块速度最小，最小速度大小为 $3\sqrt{3}\text{m/s}$ ，故 C 错误；

D、滑块到直线 PQ 的最大距离

$$d = \frac{v_2^2}{2a} = \frac{3^2}{2 \times 2} \text{m} = 2.25 \text{m},$$

故 D 正确；

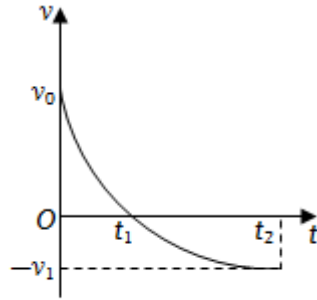
故选：D。

【点评】本题主要考查了曲线运动的一般处理方法，将滑块运动分解为两个方向研究，在恒力方向上做匀变速直线运动，垂直于恒力方向做匀速直线运动，根据运动学规律列式可解。

9. (4分) 如图甲所示，橡皮筋弹弓夜光火箭是一种小玩具，其运动过程可简化为：质量为 m 的火箭以初速度 v_0 竖直向上射出，运动过程中受到的空气阻力与其速率成正比，速度随时间的变化关系如图乙所示。 t_2 时刻落回发射点，且此前已做匀速运动，则下列关于火箭运动的描述中正确的是 ()



甲



乙

A. 火箭的加速度先减小后增大

B. 火箭上升的最大高度为 $\frac{(v_0 - g t_1) v_1}{g}$

C. 上升和下落过程中平均速度大小相等

D. 从射出到落回发射点的过程中克服阻力做功为 $\frac{1}{2} m v_1^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$

【分析】由图像的斜率变化分析加速度的变化，分析上升和下落过程加速度关系，由位移—时间公式判断运动时间关系，从而判断平均速度关系；由牛顿第二定律、动能定理求解。

【解答】解：A. 因 $v-t$ 图像的斜率等于加速度，由图像可知，火箭的加速度一直减小，故 A 错误；

B. 火箭上升过程

由牛顿第二定律 $mg + kv = ma$

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

由受力平衡 $mg = kv_1$

则

由动量定理 $mg \Delta t + \frac{mg}{v_1} v \Delta t = m \Delta v$

在 $0 - t_1$ 时间内累加可得

$$\sum mg \Delta t + \sum \frac{mg}{v_1} v \Delta t = \sum m \Delta v$$

可得

$$mgt_1 + \frac{mg}{v_1} h = mv_0$$

解得最大高度为

$$h = \frac{(v_0 - g t_1) v_1}{g}$$

故 B 正确；

C. 根据牛顿第二定律得，上升过程有

$$mg + f_{\text{上}} = ma_{\text{上}}$$

下落过程有

$$mg - f_{\text{下}} = ma_{\text{下}}$$

则

$$a_{\text{上}} > a_{\text{下}}$$

可知上升过程平均加速度比下落过程的大，两个过程的位移大小相等，由

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

知上升的时间比下落的时间短；上升和下落两个过程的位移大小相等，上升的时间比下落的时间短，则上升过程中平均速度大小大于下落过程中的平均速度大小，故 C 错误；

D. 由动能定理可得从射出到落回发射点的过程中克服阻力做功为

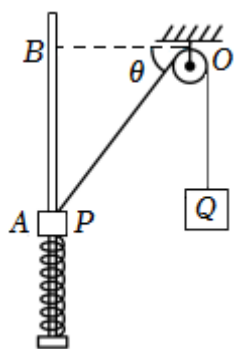
$$W_f = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题的关键是要知道速度—时间图像的“面积”表示位移，图像的斜率表示加速度，结合牛顿第二定律、动能定理进行分析。

10. (4分) 如图所示，一根轻质弹簧一端固定于光滑竖直杆上，另一端与质量为 m 的滑块 P 连接，P 穿在杆上，一根轻绳跨过定滑轮将滑块 P 和重物 Q 连接起来，滑块 Q 的质量为 $4m$ ，把滑块从图中 A 点由静止释放后沿竖直杆上下运动，当它经过 A、B 两点时弹簧对滑块的弹力大小相等，已知 OA 与水平面的夹角 $\theta = 53^\circ$ ，OB 长为 $3L$ ，与 AB 垂直，不计滑轮的摩擦力，重力加速度为 g ，滑块 P 从 A 到 B 的过程中，下列说法正确的是 ()



- A. 滑块 P 的加速度一直减小

- B. 滑块 P 的最大速度为 $2\sqrt{2gL}$
- C. 轻绳对滑块 P 做功 $8mgL$
- D. 重力对滑块 Q 做功的功率一直减小

【分析】对滑块 P 在 A 点和 B 点两种情况，分析加速度方向，再分析加速度的变化情况。当滑块 P 的加速度为零时，速度最大，根据系统机械能守恒求滑块 P 的最大速度。由动能定理求轻绳对滑块 P 做功。由 $P=mgv$ 分析重力对滑块 Q 做功的功率变化情况。

【解答】解：A、滑块 P 在 A 点时加速度竖直向上。在 B 点时，弹簧的弹力向下，水平方向受力平衡，竖直方向受到重力和弹簧向下的弹力，合力竖直向下，加速度竖直向下，则滑块 P 从 A 到 B 的过程中，滑块 P 的加速度先减小后增大，故 A 错误；

B、设滑块 P 到达 B 点时速度大小为 v ，此时滑块 Q 的速度为 0。由于滑块 P 经过 A、B 两点时弹簧对滑块的弹力大小相等，则经过 A、B 两点时弹簧的弹性势能相等。对滑块 P、Q 及弹簧组成的系统，由机械能守恒定律得： $4mg(5L - 3L) - mg \cdot 4L = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得： $v = 2\sqrt{2gL}$ 。当滑块 P 的加速度为零时，速度最大，该位置在 AB 之间，所以滑块 P 的最大速度大于 $2\sqrt{2gL}$ ，故 B 错误；

C、设轻绳对滑块 P 做功为 W ，对滑块 P，由动能定理得： $W - mg \cdot 4L = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得： $W = 8mgL$ ，故 C 正确；

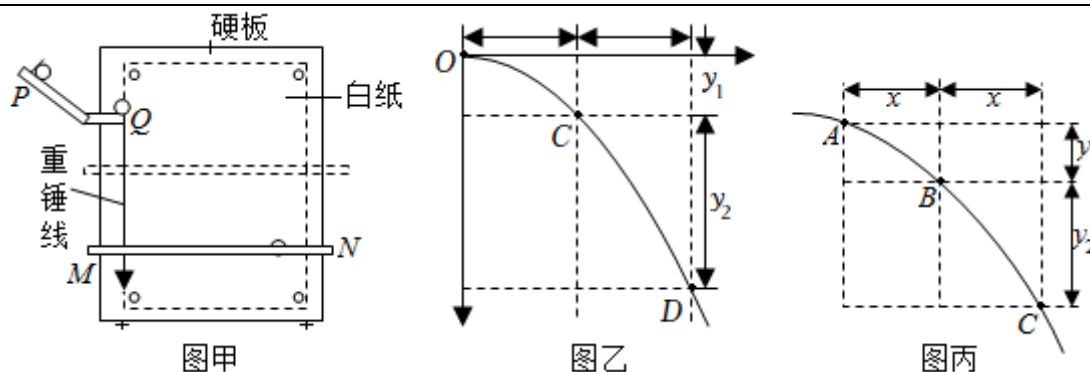
D、滑块 Q 先向下加速后向下减速，速度先增大后减小，由 $P = 4mgv$ 知，重力对滑块 Q 做功的功率先增大后减小，故 D 错误。

故选：C。

【点评】解决本题的关键要明确滑块 P 经过 A、B 两点时，弹簧对滑块的弹力大小相等，说明在这两个位置弹簧的弹性势能相等。还要知道滑块 P 到达 B 点时滑块 Q 的速度为 0。

二、非选择题：共 5 题，共 60 分，其中第 12~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

11. (10 分) 用如图甲所示的装置研究平抛运动。将白纸和复写纸对齐重叠并固定在硬板上、钢球沿斜槽轨道 PQ 滑下后从 Q 点飞出，落在水平挡板 MN 上、由于挡板靠近硬板一侧较低，钢球落在挡板上时，钢球侧面会在白纸上挤压出一个痕迹点，在如图乙所示的白纸上建立以抛出点为坐标原点、水平方向为 x 轴、竖直方向为 y 轴的坐标系。



(1) 以下是实验过程中的一些做法，其中合理的是 A。

- A. 安装斜槽轨道，使其末端保持水平
- B. 每次小球释放的初始位置可以任意选择
- C. 实验时应先确定 x 轴再确定 y 轴
- D. 为描出小球的运动轨迹，描绘的点可以用折线连接

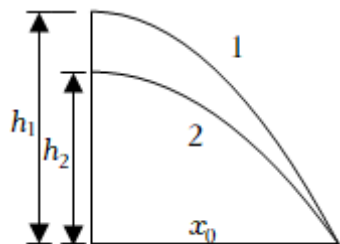
(2) 如图乙所示，根据印迹描出平抛运动的轨迹。在轨迹上取 C、D 两点，OC 与 CD 的水平间距相等且均为 x，测得 OC 与 CD 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2 ；重复上述步骤，测得多组数据，计算发现始终满

足 $\frac{y_1}{y_2} = \frac{1}{3}$ ，由此可初步得出结论：平抛运动的水平分运动是匀速直线运动。

(3) 如图丙所示，若实验过程中遗漏记录平抛轨迹的起始点，也可按下述方法处理数据：在轨迹上取 A、B、C 三点，AB 和 BC 的水平间距相等且均为 x，测得 AB 和 BC 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2 ，可求

得钢球平抛的初速度大小为 $x\sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$ ，B 点距离抛出点的高度差为 $\frac{(y_1 + y_2)^2}{8(y_2 - y_1)}$ 。（已知当地重力加速度为 g，结果用 y_1 、 y_2 、x 表示）

(4) 某实验小组上下移动坐标纸，分别从不同位置静止释放小球，发现两球轨迹 1、2 相交于一点，如题图丁所示，两球交点距抛出点的高度差分别为 h_1 、 h_2 ，水平位移为 x_0 ，通过理论推导发现，要使两球在交点处的速率相等，则 h_1 、 h_2 和 x_0 须满足的关系式为 $x_0 = 2\sqrt{h_1 h_2}$ 。（结果用 h_1 、 h_2 和 x_0 表



示)

【分析】(1) 根据平抛运动实验中的实验注意事项分析即可；

(2) 根据匀变速直线运动规律解得；

(3) 根据位移—时间公式求出从抛出点 O 到到达 C、D 两点的时间，从而得出时间差，结合水平位移求出平抛运动的初速度；

(4) 根据平抛运动规律解得。

【解答】解：(1) A、斜槽不必光滑，但必须通过调节使斜槽末端保持水平，故 A 正确；

B、为了保证描点过程中不出误差，每次小球均从同一位置释放，故 B 错误；

C、实验时先用中垂线确定 y 轴，再确定 x 轴，故 C 错误；

D、将球的位置记录在纸上后，取下纸，为描出小球的运动轨迹，描绘的点用平滑曲线连接，这是本实验的基本要求，故 D 错误；

故选：A。

(2) 因为 O 点是平抛运动的起始点，则在竖直方向上为初速度为零的匀加速直线运动，则在相等时间内的竖直间距之比为 $\frac{1}{3}$ ；

(3) 由于两段水平距离相等，故时间相等，设相等的时间间隔为 T，

在竖直方向上，根据位移公式，有 $y_2 - y_1 = gT^2$ ，

在水平方向上，有 $x = vT$

解平抛的初速度为 $v = x \sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$

B 点竖直方向的速度 $v_{By} = \frac{y_1 + y_2}{2T} = gt$ ，

则 B 点距离抛出点的高度差 $h = \frac{1}{2} g t^2$

解得： $h = \frac{(y_1 + y_2)^2}{8(y_2 - y_1)}$ ；

(4) 设轨迹 1 小球的初速度为 v_1 ，则有： $x_0 = v_1 t_1$ ， $h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2$

设轨迹 2 小球的初速度为 v_2 ，则有： $x_0 = v_2 t_2$ ， $h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2$

根据平抛运动规律结合题意有： $v_1^2 + (gt_1)^2 = v_2^2 + (gt_2)^2$

解得： $x_0 = 2\sqrt{h_1 h_2}$

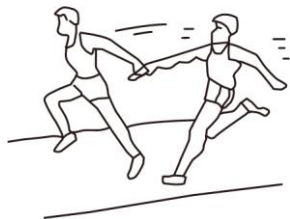
故答案为：(1) A；(2) $\frac{1}{3}$ ；(3) $x \sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$ ， $\frac{(y_1 + y_2)^2}{8(y_2 - y_1)}$ ；(4) $x_0 = 2\sqrt{h_1 h_2}$

【点评】解决本题的关键知道实验的原理以及注意事项，知道平抛运动在水平方向和竖直方向上的运动

规律，结合运动学公式灵活求解。

12. (12分) 甲、乙两个同学在直跑道上练习 $4 \times 100\text{m}$ 接力，他们在奔跑时有相同的最大速度。乙从静止开始全力奔跑需跑出 25m 才能达到最大速度，这一过程可看作匀变速直线运动。现在甲同学持棒以最大速度向乙奔来，乙在接力区伺机全力奔出。若要求乙接棒时奔跑的速度达到最大速度的 80% ，则：

- (1) 乙同学在接力区须奔出多少距离？
- (2) 乙同学应在距离甲同学多远时起跑？



【分析】 (1) 根据初速度为 0 的匀变速直线运动速度—位移公式 $v^2=2ax$ ，求出乙在接力区需奔出的距离。

(2) 根据平均速度公式求出乙加速至交接棒所经过的位移，而甲在这段时间内的位移 $x_{\text{甲}}=v_1t$ ，两人位移之差即为乙距离甲的起跑距离。

【解答】 解：(1) 乙起动后做初速度为 0 的匀加速直线运动，有：

$$v^2=2ax_1$$

$$(0.8v)^2=2ax_2$$

联立方程解得： $x_2=0.64x_1=16\text{m}$

故乙在接力需奔出的距离为 16m 。

(2) 设乙加速至交接棒的时间为 t ，

$$\text{则乙的位移： } x_2 = \frac{0.8v}{2} t = 0.4vt$$

$$x_{\text{甲}} = vt$$

$$\Delta x = x_{\text{甲}} - x_2 = 0.6vt$$

联立得： $\Delta x = 0.6vt = 24\text{m}$ 。

故乙应在距离甲 24m 处起跑。

答：(1) 乙在接力区需奔跑出 16m 距离。

(2) 乙应在距离甲 24m 远时起跑。

【点评】 解决本题的关键掌握初速度为 0 的匀变速直线运动的速度—位移公式 $v^2=2ax$ 。以及知道乙距离甲的起跑距离等于在乙起跑至接棒这段时间内两人的位移之差。

13. (12分) 2022年9月17日，神舟十四号航天员乘组圆满完成第二次出舱任务。若“天宫一号”空间站

绕地球做匀速圆周运动，它与地心的连线在单位时间内扫过的面积为 S ，已知地球的半径为 R ，地球表面的重力加速度为 g ，试求：

- (1) 空间站的轨道半径；
- (2) 空间站的线速度大小。

【分析】 (1) 空间站绕地球做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力求解空间站周期，结合根据几何关系确定扫过面积的表达式，再结合地球表面受到的万有引力等于重力进行综合分析即可。

(2) 根据万有引力与向心力关系解得。

【解答】 解：(1) 空间站绕地球做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力可知：
$$\frac{GMm}{r^2} = mr \frac{4\pi^2}{T^2}$$

根据几何关系可知，卫星与地心连线在单位时间内扫过的面积：
$$S = \frac{\pi r^2}{T}$$

在地球表面受到的万有引力等于重力，有 $mg = \frac{GMm}{R^2}$

联立解得卫星绕地球的轨道半径：
$$r = \frac{4S^2}{gR^2}$$

(2) 根据万有引力提供向心力可知：
$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得：
$$v = \frac{gR^2}{2S}$$

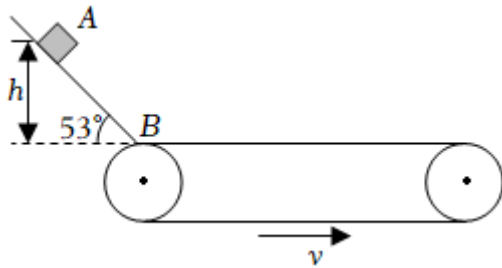
答：(1) 空间站的轨道半径为 $\frac{4S^2}{gR^2}$ ；

(2) 空间站的线速度大小为 $\frac{gR^2}{2S}$ 。

【点评】 本题主要考查了万有引力定律的应用，对于卫星的运动问题其关键是明确万有引力提供向心力，并会熟练应用黄金代换。

14. (14分) 如图所示，倾角为 53° 的光滑斜面末端 B 与水平传送带平滑衔接。一质量为 $m=2\text{kg}$ 的滑块（可视为质点）从斜面上的 A 点由静止释放， A 点与 B 端的竖直高度差为 $h=3.2\text{m}$ 。已知传送带匀速运行的速度为 $v=4\text{m/s}$ ，滑块与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.2$ ，传送带足够长，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。自滑块由 A 点释放开始，求：

- (1) 滑块第一次到达 B 端时的速度大小；
- (2) 滑块第二次到达 B 端的时间；
- (3) 60s 时间内，电动机消耗的电能。



【分析】(1) 滑块沿光滑斜面下滑的过程，只有重力做功，其机械能守恒，由机械能守恒定律求滑块第一次到达 B 端时的速度大小；

(2) 滑块滑上传送带后做匀减速运动，由牛顿第二定律求出加速度，由速度—时间公式求滑块第二次到达 B 端的时间；

(3) 根据滑块与传送带间的相对位移，求出系统因摩擦产生的热量，由能量守恒定律求 60s 时间内，电动机消耗的电能。

【解答】解：(1) 滑块沿光滑斜面下滑的过程，由机械能守恒定律得：

$$mgh = \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得： $v_B = 8\text{m/s}$

(2) 滑块滑上传送带后做匀减速运动，由牛顿第二定律得

$$\mu mg = ma$$

解得： $a = \mu g = 0.2 \times 10\text{m/s}^2 = 2\text{m/s}^2$

滑块向右做匀减速运动的时间为： $t_1 = \frac{v_B}{a} = \frac{8}{2}\text{s} = 4\text{s}$

匀减速运动的位移为： $x_1 = \frac{v_B}{2}t_1 = \frac{8}{2} \times 4\text{m} = 16\text{m}$

滑块速度减至零向左做匀加速运动，加速至与传送带共速时经历时间为： $t_2 = \frac{v}{a} = \frac{4}{2}\text{s} = 2\text{s}$

向左匀加速运动的位移为： $x_2 = \frac{v}{2}t_2 = \frac{4}{2} \times 2\text{m} = 4\text{m}$

此后滑块向左匀速运动的时间为： $t_3 = \frac{x_1 - x_2}{v} = \frac{16 - 4}{4}\text{s} = 3\text{s}$

设滑块沿光滑斜面从 A 点运动到 B 点的时间为 t_0 ，则有： $\frac{h}{\sin 53^\circ} = \frac{v_B}{2}t_0$

解得： $t_0 = 1\text{s}$

所以滑块第二次到达 B 端的时间为： $t = t_0 + t_1 + t_2 + t_3 = 1\text{s} + 4\text{s} + 2\text{s} + 3\text{s} = 10\text{s}$

(3) 滑块第二次到达 B 端到第三次到达 B 点在斜面上运动的时间为：

$$t_4 = 2 \times \frac{v}{g \sin 53^\circ} = \frac{2 \times 4}{10 \times 0.8}\text{s} = 1\text{s}$$

滑块第三次到达 B 点时速度大小等于 v ，方向向右，滑块从第三次到达 B 点到第四次到达 B 点历时

间为：

$$t_5 = 2 \times \frac{v}{a} = 2 \times \frac{4}{2} \text{s} = 4 \text{s}$$

可知，滑块第二次到达 B 端后 $t' = 60\text{s} - t = 60\text{s} - 10\text{s} = 50\text{s}$ 内，在斜面和传送带上往返 $n = \frac{t'}{t_4 + t_5} =$

$$\frac{50}{1+4} \text{次} = 10 \text{次}。$$

滑块从第一次到达 B 端到第二次到达 B 端在传送带运动的过程，因摩擦产生的热量为：

$$Q_1 = \mu mg (x_1 + vt_1) + \mu mg (vt_2 - x_2)$$

$$\text{解得：} Q_1 = 144 \text{J}$$

$$\text{电动机消耗的电能为 } E_1 = Q_1 - \left(\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv^2 \right)$$

$$\text{解得：} E_1 = 96 \text{J}$$

滑块第二次到达 B 端后 50s 内，因摩擦产生的总热量为：

$$Q_2 = 10 \times \left[\mu mg \left(\frac{v}{2} \cdot \frac{t_5}{2} + v \cdot \frac{t_5}{2} \right) + \mu mg \left(v \cdot \frac{t_5}{2} - \frac{v}{2} \cdot \frac{t_5}{2} \right) \right]$$

$$\text{电动机消耗的电能为 } E_2 = Q_2$$

$$\text{解得：} E_2 = 640 \text{J}$$

$$\text{故 } 60\text{s} \text{ 时间内，电动机消耗的电能为 } E = E_1 + E_2 = 96 \text{J} + 640 \text{J} = 736 \text{J}$$

答：（1）滑块第一次到达 B 端时的速度大小为 8m/s；

（2）滑块第二次到达 B 端的时间为 10s；

（3）60s 时间内，电动机消耗的电能为 736J。

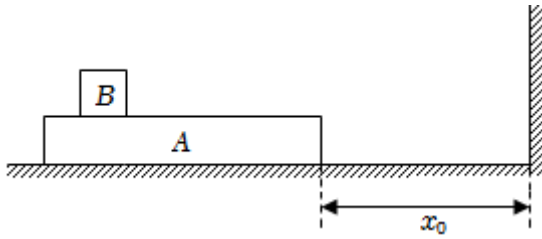
【点评】解答本题的关键要正确分析滑块的运动过程，寻找规律，根据相对位移求摩擦生热，利用能量守恒定律求电动机消耗的电。

15.（12 分）风洞是用来模拟飞行器或实体周围气体的流动情况、测量气流对实体的作用效果的一种实验设备。某风洞实验可简化为如下模型：在风洞作用区的光滑水平面上静止放置一个质量为 m 的木板 A，其右端与墙壁距离为 x_0 ，左端静止放置一个质量为 m 、可视为质点的物块 B，二者间动摩擦因数为 μ ($\mu > 1$)，木板 A 和物块 B 分别受到大小为 mg 、方向水平向右的恒定风力作用，现将木板 A 和物块 B 同时由静止释放，木板将在风洞内往返运动，并撞击右侧墙壁，若该碰撞时间极短、为完全弹性碰撞，运动过程中物块始终未脱离木板，重力加速度为 g 。求：

（1）木板第一次与墙壁碰撞后瞬间物块 B 的加速度；

（2）从释放到木板与墙壁第二次碰撞，木板运动的路程；

（3）从释放到木板 A 和物块 B 都静止，系统因摩擦产生的热量。



【分析】由牛顿第二定律解得物块 B 的加速度；由运动学求解木板运动的路程；以 A、B 为系统，根据功能关系解得系统因摩擦产生的热量。

【解答】解：（1）木板第一次与墙壁碰撞后瞬间，木板 A 向左运动，物块 B 向右运动，则对物块 B 由牛顿第二定律可得

$$\mu mg - F = ma_1$$

解得物块 B 的加速度

$$a_1 = \frac{\mu mg - F}{m} = \frac{\mu mg - mg}{m} = (\mu - 1)g$$

方向水平向左；

（2）风力 $F = mg$ ，第一次碰撞前整体的加速度为

$$a = \frac{2F}{2m} = g$$

碰撞前木板的速度为

$$v_1 = \sqrt{2ax_0} = \sqrt{2gx_0}$$

碰后木板以 $v_1' = \sqrt{2gx_0}$ 的速度反弹，B 向右的速 $v_1 = \sqrt{2gx_0}$ ，碰后木板的加速度大小为

$$a_2 = \frac{F + \mu mg}{m} = (1 + \mu)g$$

木板向左做匀减速直线运动，当木板的速度减到零时向左的位移为

$$s_1 = \frac{v_1'^2}{2a_2} = \frac{x_0}{(1 + \mu)}$$

则从释放到木板与墙壁第二次碰撞，木板运动的路程为

$$s = x_0 + 2s_1 = \frac{3 + \mu}{1 + \mu}x_0$$

（3）木板 A 第一次与墙壁碰撞后，物块 B 向右做匀减速运动，木板 A 向左做匀减速运动到速度为零，接着以相同大小的加速度

向右做匀加速运动，第二次与墙壁碰撞前 A、B 先达到共速，之后一起做匀加速运动，木板 A 与墙壁发生第二次碰撞，碰后物块

B 继续向右做匀减速运动，木板 A 又向左做匀减速运动再反向向右做匀加速运动，A、B 再次达到共速，

接着一起加速直到木板

A 与墙壁第三次碰...可知木板与墙壁经多次碰撞后将静止在墙壁处，物块 B 也处于静止状态。设整个过程物块 B 相对于木

板 A 发生的位移为 x ，以 A、B 为系统，根据功能关系可得

$$Fx_0 + F(x + x_0) = Q = \mu mgx$$

解得

$$x = \frac{2x_0}{\mu - 1}$$

则系统因摩擦产生的热量为

$$Q = \mu mgx = \frac{2\mu mgx_0}{\mu - 1}$$

答：(1) 木板第一次与墙壁碰撞后瞬间物块 B 的加速度为 $(\mu - 1)g$ ，方向水平向左；

(2) 从释放到木板与墙壁第二次碰撞，木板运动的路程为 $\frac{3+\mu}{1+\mu}x_0$ ；

(3) 从释放到木板 A 和物块 B 都静止，系统因摩擦产生的热量为 $\frac{2\mu mgx_0}{\mu - 1}$ 。

【点评】 本题考查动量与能量的应用，根据牛顿第二定律及功能关系解题，注意该题产生了多次碰撞。