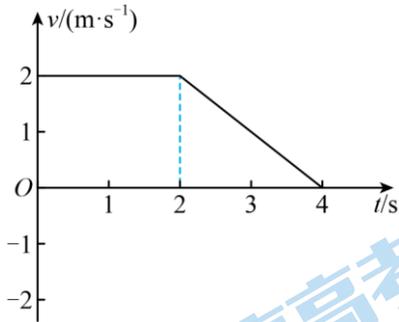


2023 北京顺义一中高三 10 月月考

物 理

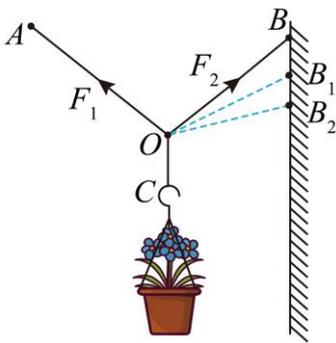
一、单选题（每题 3 分，共 42 分）

1. 如图所示为某质点做直线运动的 $v-t$ 图像，下列说法正确的是（ ）



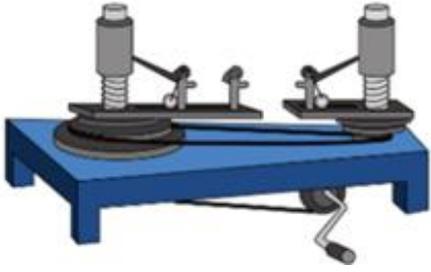
- A. 0~4s 内质点先静止后做匀速直线运动
- B. 质点在 3s 末的速度为 1m/s
- C. 2~4s 内质点加速度大小不变，方向与运动方向相同
- D. 0~4s 内质点通过的位移为 2m

2. 如图所示，两根细绳 AO 和 BO 连接于 O 点， O 点下方用细绳 CO 悬挂一重物，并处于静止状态，绳 AO 拉力为 F_1 ，绳 BO 拉力为 F_2 。保持 A 、 O 点位置不变，而将绳 BO 缓慢向 B_1O 、 B_2O 移动直至水平。对于此过程，下列选项正确的是（ ）



- A. F_1 逐渐变小
- B. F_2 逐渐变小
- C. F_1 、 F_2 的合力逐渐变小
- D. F_1 、 F_2 的合力保持不变

3. 向心力演示器装置如图所示，两个塔轮通过皮带连接。实验时，匀速转动手柄，使长槽和短槽分别随相应的塔轮匀速转动，槽内的金属小球就做匀速圆周运动。横臂的挡板对小球的压力提供向心力，小球对挡板的反作用力通过横臂的杠杆作用使弹簧测力筒下降，从而露出标尺（黑白相间的等分格）。为了探究金属球的向心力 F 的大小与轨道角速度 ω 之间的关系，下列说法正确的是（ ）

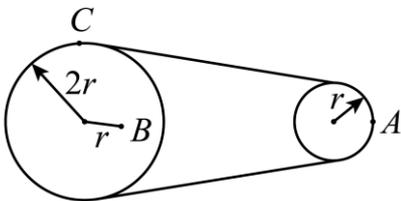


- A. 应使用两个质量不等的小球
- B. 应使两小球离转轴的距离不相同
- C. 应将皮带套在两边半径相等的变速塔轮上
- D. 若皮带套在两个塔轮的最下端，则右边标尺上漏出的黑白相间的等分格多

4. 在 2017 年 6 月，我国又成功发射一颗“墨子号”量子科学实验卫星，实现远距离光子纠缠，刷新世界纪录。“墨子号”的轨道低于地球同步卫星的轨道，关于“墨子号”科学实验卫星，下列说法中正确的是

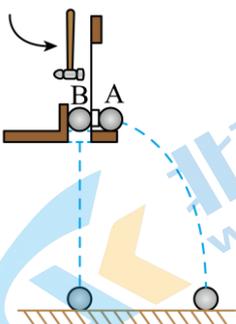
- ()
- A. “墨子号”科学实验卫星相对于地面是静止的
 - B. “墨子号”科学实验卫星的轨道平面可以不通过地球的球心
 - C. “墨子号”科学实验卫星运行的线速度大于地球通讯卫星的线速度
 - D. “墨子号”科学实验卫星运行的质量一定大于地球通讯卫星的质量

5. 一皮带传动装置的示意图如图所示，右轮半径为 r ， A 是其边缘上的一点，左轮半径为 $2r$ ， C 点位于左轮边缘上， B 点在左轮上且到轮心的距离为 r 。传动过程中皮带不打滑。则 ()



- A. A 、 B 两点的角速度之比为 1:1
- B. A 、 B 两点的角速度之比为 1:2
- C. A 、 C 两点的向心加速度之比为 1:4
- D. A 、 C 两点的向心加速度之比为 2:1

6. 在如图所示的实验中，两质量相等的小球 A 和 B ，用小锤打击弹性金属片后， A 球沿水平方向抛出，同时 B 球被松开，自由下落。不计空气阻力，下列说法正确的是 ()



- A. 两球落地时的速度大小相同

B. 从开始运动至落地，两小球动能的变化量相同

C. 从开始运动至落地，重力对 A 球做功较多

D. 从开始运动至落地，重力对 A 小球做功的平均功率较小

7. “中国天眼”（FAST）设施已发现脉冲星数量超过 240 颗。脉冲星是快速自转的中子星，每自转一周，就向外发射一次电磁脉冲信号，因此而得名。若观测到某中子星发射电磁脉冲信号的周期为 T 。已知该中子星的半径为 R ，引力常量为 G 。则根据上述条件可以求出（ ）

A. 该中子星的密度

B. 该中子星的第一宇宙速度

C. 该中子星表面的重力加速度

D. 该中子星赤道上的物体随中子星转动的线速度

8. 图甲为一男士站立在与水平成一定角度的自动人行道（可看作斜面）上匀速上楼，图乙为一女士站在自动扶梯（可看作台阶）上匀速上楼。关于两人受力以及做功情况，下列说法正确的是（ ）



甲

乙

A. 图甲中支持力对男士做正功

B. 图乙中摩擦力对女士做负功

C. 图乙中支持力对女士做正功

D. 男士受到自动人行道的作用力和女士受到自动扶梯的作用力方向不相同

9. 滑雪运动员沿斜坡滑道下滑了一段距离，重力对他做功 1000J，阻力对他做功 -200J。此过程关于运动员的说法，下列选项正确的是（ ）

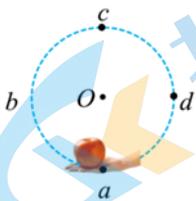
A. 重力势能减少了 800J

B. 动能增加了 1200J

C. 机械能增加了 1000J

D. 机械能减少了 200J

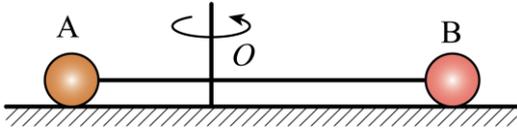
10. 应用物理知识分析生活中的常见现象，可以使物理学习更加有趣和深入。例如你用手掌平托一苹果，保持这样的姿势在竖直平面内按顺时针方向做匀速圆周运动，如图所示。关于苹果从最低点 a 到最高点 c 运动的过程，下列说法中正确的是（ ）



A. 苹果的速度保持不变

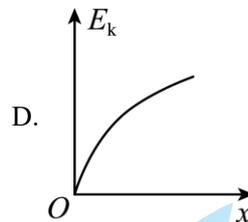
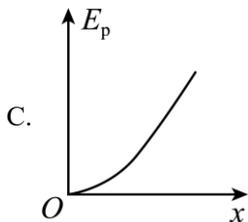
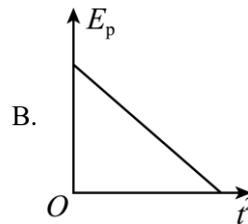
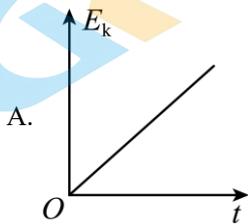
- B. 手掌对苹果的摩擦力先减小后增大
- C. 苹果在 a 点处在超重状态，在 c 点处在失重状态
- D. 苹果所受重力的功率保持不变

11. 如图所示，轻杆两端分别固定着可以视为质点的小球 A、B，放置在光滑水平桌面上，杆上 O 点有一竖直方向的固定转动轴，A、B 的质量之比 $m_A:m_B = 4:1$ ，A、B 到 O 点的距离之比 $r_A:r_B = 1:2$ 。当轻杆绕轴匀速转动时，下列说法正确的是（ ）

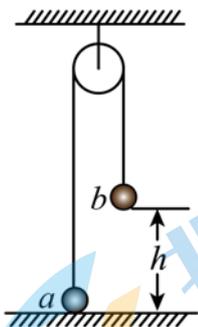


- A. A 对杆的作用力大小等于 B 对杆的作用力大小
- B. A 的向心加速度大小大于 B 的向心加速度大小
- C. A 的动能等于 B 的动能
- D. A 的周期小于 B 的周期

12. 一滑块从固定光滑斜面顶端由静止释放，沿斜面下滑的过程中，滑块的动能 E_k 、势能 E_p 与运动时间 t 、位移 x 之间的关系图像如图所示，以地面为零势能面，其中正确的是（ ）



13. 如图所示，一条轻绳跨过定滑轮，绳的两端各系一个小球 a 和 b ，用手托住球 b ，当绳刚好被拉紧时，球 b 离地面的高度为 h ，球 a 静止于地面。已知球 a 的质量为 m ，球 b 的质量为 $3m$ ，重力加速度为 g ，定滑轮的质量及轮与轴间的摩擦均不计。若无初速度释放球 b ，则下列判断正确的是（ ）



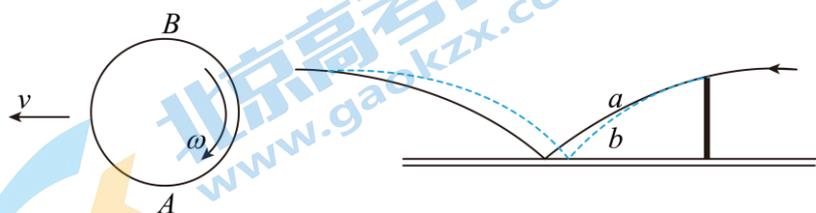
- A. 经过时间 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，球 b 恰好落地

B. 在球 b 下落过程中, 球 b 所受拉力大小为 mg

C. 在球 b 下落过程中, 球 a 的机械能增加了 $\frac{3}{2}mgh$

D. 球 b 落地前瞬间速度大小为 $\sqrt{2gh}$

14. 旋转在乒乓球运动中往往有一击制胜的作用。乒乓球在飞行过程中, 如果发生旋转, 球就会带动周围的空气在球体附近产生环流。已知乒乓球球心开始以速度 v 水平向左飞行, 球上各点同时绕球心以角速度 ω 顺时针旋转, 如图甲所示。根据物理学原理可知, 气体流速越大, 压强越小, 由于乒乓球附近 A 、 B 两处空气流速不同, 两处的空气对乒乓球就形成压力差, 这个压力差称为马格努斯力。由于旋转球在飞行过程中受到马格努斯力, 其落点与无旋转球的落点就会不同。图乙所示的 a (实线)、 b (虚线) 两条轨迹中, 一条为球心以水平速度 v 开始向左飞行的无旋转球的轨迹, 另一条为图甲中旋转球从同一点飞出时的轨迹。下列说法正确的是 ()



A. 图甲中乒乓球下方 A 处气体的流速比 B 处的小

B. 图乙中 a 为无旋转球的轨迹, b 为旋转球的轨迹

C. 马格努斯力与乒乓球转动的角速度大小无关

D. 无旋转球弹起的高度可能超过发球位置的高度

二、填空题 (共 18 分)

15. 物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。例如:

(1) 数据分析在用打点计时器研究小车速度随时间变化规律的实验中, 得到一条纸带如图 1 所示。 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 为计数点 (相邻两计数点间有四个点未画出), 相邻计数点间时间间隔为 $0.10s$, $x_1=1.20cm$, $x_2=1.60cm$, $x_3=1.98cm$, $x_4=2.38cm$, $x_5=2.79cm$, $x_6=3.18cm$ 。

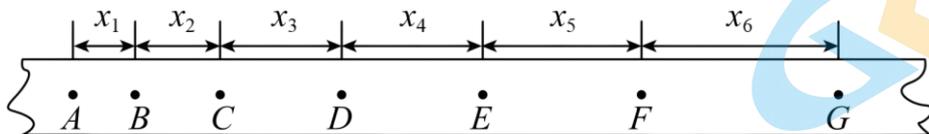


图1

根据图上数据, 则打 B 点时小车的速度是 _____ m/s , 小车的加速度是 _____ m/s^2 (结果保留 2 位有效数字)。

(2) 实验操作

用如图 2 所示装置研究平抛运动的特点。将白纸和复写纸对齐重叠并固定在竖直硬板上。 A 球沿斜槽轨道 PQ 滑下后从斜槽末端 Q 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, A 球会在白纸上挤压出一个痕迹点。移动挡板, 依次重复上述操作, 白纸上将留下一系列痕迹点。

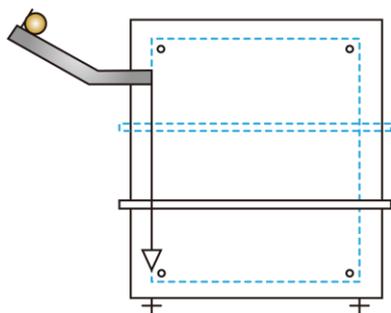


图2

①下列操作中有必要的是_____（选填选项前的字母）。

- A. 通过调节使斜槽末段保持水平
- B. 每次需要从不同位置静止释放 A 球
- C. 通过调节使硬板保持竖直
- D. 尽可能减小 A 球与斜槽之间的摩擦

②某同学用图 2 的实验装置得到的痕迹点如图 3 所示，其中一个偏差较大的点产生的原因，可能是该次实验时_____（选填选项前的字母）。

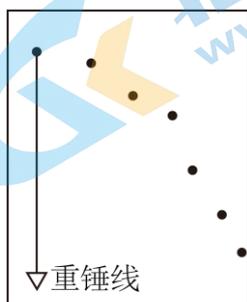
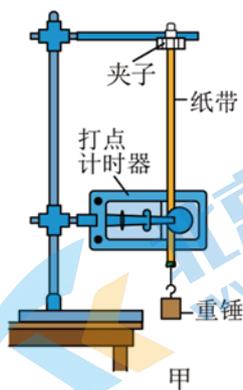


图3

- A. A 球释放的高度偏高
- B. A 球释放的高度偏低
- C. A 球没有被静止释放
- D. 挡板 MN 未水平放置

16. 用如图甲所示的实验装置验证机械能守恒定律。重锤从高处由静止开始下落，重锤上拖着的纸带通过打点计时器，打出一系列的点，对纸带上的点迹进行测量，即可验证机械能守恒定律。已知当地重力加速度为 g 。



(1) 除图甲中所示的装置之外，还必须使用的器材是（ ）

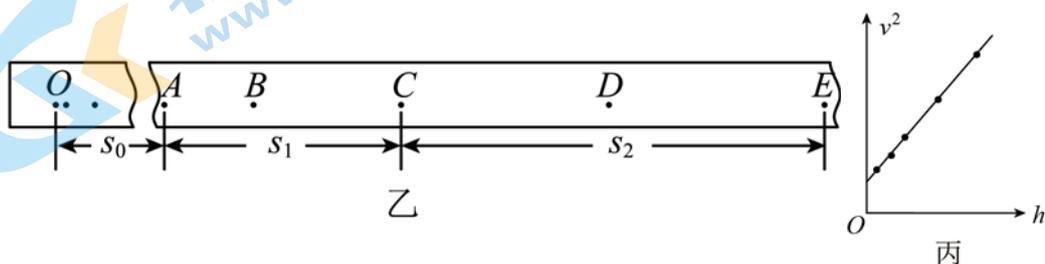
- A. 直流电源、天平（含砝码） B. 直流电源、刻度尺
C. 交流电源、天平（含砝码） D. 交流电源、刻度尺

(2) 下面列举了该实验的几个操作步骤:

- A. 按照图甲所示安装好实验器材并连接好电源
B. 先打开夹子释放纸带, 再接通电源开关打出一条纸带
C. 测量纸带上某些点间的距离
D. 根据测量的结果计算重锤下落过程中减少的重力势能是否等于增加的动能

其中没有必要进行的或者操作不当的步骤是 () (选填步骤前的字母);

(3) 如图乙所示, 根据打出的纸带, 选取纸带上的连续的五个点 A 、 B 、 C 、 D 、 E , 通过测量并计算出点 A 距起始点 O 的距离为 s_0 , 点 AC 间的距离为 s_1 , 点 CE 间的距离为 s_2 , 若相邻两点的打点时间间隔为 T , 重锤质量为 m , 根据这些条件计算重锤从释放到下落 OC 距离时的重力势能减少量 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$, 动能增加量 $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}}$; 在实际计算中发现, 重锤减小的重力势能总是大于重锤增加的动能。(用题中所给的字母表示)



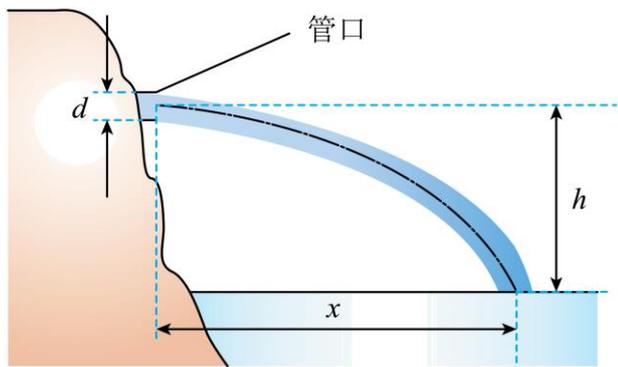
(4) 某同学利用图乙中纸带, 先分别测量出从 A 点到 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 点的距离 h (其中 F 、 G 点为 E 点后连续打出的点, 图中未画出), 再计算打出 B 、 C 、 D 、 E 、 F 各点时重锤下落的速度 v 和 v^2 , 绘制 $v^2 - h$ 图像, 如图丙所示, 并求得图线的纵轴截距 b 和斜率 k 。若假设上述实验操作中不受一切阻力影响, 此时绘制的 $v^2 - h$ 图线的纵轴截距 b' 和斜率 k' 与 b 、 k 的关系最可能的是 ()

- A. $b' > b, k' > k$ B. $b' < b, k' = k$
C. $b' < b, k' < k$ D. $b' = b, k' > k$

三. 计算题 (解答应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。有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位)

17. 流量是指单位时间内通过管道横截面的流体的体积, 在生活中经常需要测量流量来解决实际问题。环保人员在检查时发现一根排污管正在向外满口排出大量污水, 如图所示。他测出水平管口距落点的竖直高度为 h , 管口的直径为 d , 污水落点距管口的水平距离为 x , 重力加速度为 g 。请根据这些测量量估算:

- (1) 污水离开管口后在空中的时间 t ;
(2) 污水离开管口时的速度大小 v ;
(3) 排出污水的流量 Q 。



18. 图1所示是一种叫“旋转飞椅”的游乐项目，将其结构简化为图2所示的模型。长为 L 的钢绳一端系着座椅，另一端固定在半径 r 的水平转盘边缘。转盘可绕穿过其中心的竖直轴转动。转盘静止时，钢绳沿竖直方向自由下垂；转盘匀速转动时，钢绳与转轴在同一竖直平面内，与竖直方向的夹角为 θ 。将游客和座椅看作一个质点，总的质量为 m 。不计钢绳的重力和空气阻力，重力加速度大小为 g 。

(1) 当转盘匀速转动时，求游客和座椅做圆周运动

a. 向心力的大小 F_n ；

b. 线速度的大小 v 。

(2) 求游客由静止到随转盘匀速转动的过程中，钢绳对游客和座椅做的功 W 。



图1

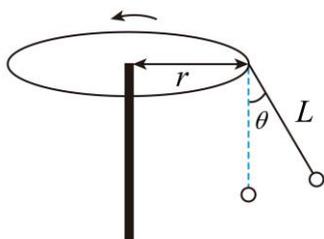


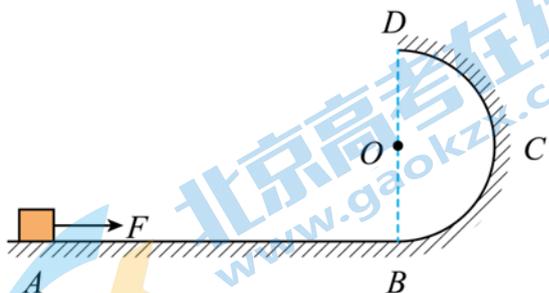
图2

19. 如图所示，水平轨道 AB 与位于竖直面内半径为 R 的半圆形光滑轨道 BCD 相连，半圆形轨道的 BD 连线与 AB 垂直。质量为 m 可看作质点的小滑块在恒定合外力作用下从水平轨道上的 A 点由静止开始向右运动，到达水平轨道的末端 B 点时撤去外力，小滑块继续沿半圆形光滑轨道运动，且恰好能通过轨道最高点 D ，滑块脱离半圆形轨道后又刚好落到 A 点。已知重力加速度为 g ，求：

(1) 滑块通过 D 点的速度大小；

(2) 滑块经过 B 点进入圆形轨道时对轨道压力的大小；

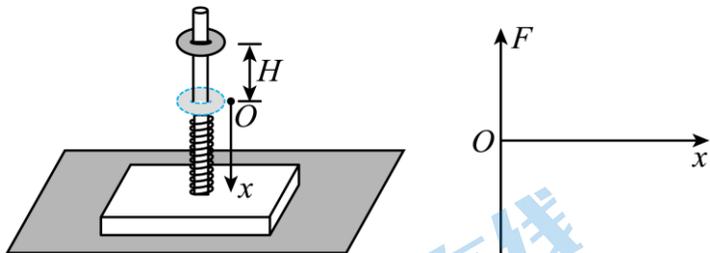
(3) 滑块在 AB 段受到的恒定合外力的大小。



20. 如图所示，一光滑杆固定在底座上，构成支架，放置在水平地面上，光滑杆沿竖直方向，一轻弹簧套在光滑杆上。一圆环套在杆上，圆环从距弹簧上端 H 处由静止释放，接触弹簧后，将弹簧压缩，弹簧的形

变始终在弹性限度内。已知圆环的质量为 m ，支架的质量为 $4m$ ，弹簧的劲度系数为 k ，重力加速度为 g ，不计空气阻力。取圆环刚接触弹簧时的位置为坐标原点 O ，竖直向下为正方向，建立 x 轴。

- (1) 在圆环压缩弹簧的过程中，圆环所受合力为 F ，请在图中画出 F 随 x 变化的示意图；
- (2) 借助 $F-x$ 图像可以确定合力做功的规律，在此基础上，求圆环在下落过程中最大速度 v_m 的大小；
- (3) 试论证当圆环运动到最低点时，底座对地面的压力 $F_N > 6mg$ 。



参考答案

一、单选题（每题3分，共42分）

1. 【答案】B

【详解】A. 根据 $v-t$ 图象的斜率等于加速度，由图可知 $0\sim 4s$ 内质点先做匀速直线运动后做匀减速运动，故 A 错误；

B. 根据推论可知

$$v_3 = \frac{v_2 + v_4}{2} = \frac{2+0}{2} = 1\text{m/s}$$

故 B 正确；

C. 根据 $v-t$ 图象的斜率等于加速度，由图可知 $2\sim 4s$ 内加速度大小不变，方向与运动方向相反，故 C 错误；

D. 图象的“面积”等于质点的位移大小，可得 $0\sim 4s$ 内质点通过的位移为

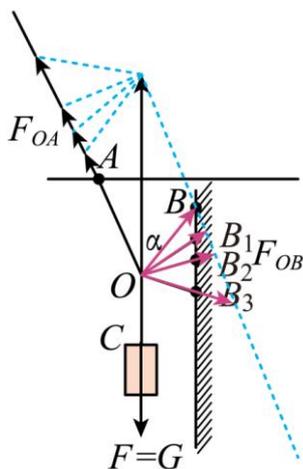
$$x = \frac{2+4}{2} \times 2\text{m} = 6\text{m}$$

故 D 错误。

故选 B。

2. 【答案】D

【详解】对结点 O 进行受力分析如下图所示



从上图我们可以看出，将绳 BO 缓慢向 B_1O 、 B_2O 移动直至水平时， F_1 逐渐变大， F_2 先变小后变大， F_1 、 F_2 的合力保持不变。

故选 D。

3. 【答案】D

【详解】AB. 根据向心力 F 的大小与轨道角速度 ω 之间的关系式可知

$$F = m\omega^2 r$$

则探究 F 的大小与轨道角速度之间的关系需要用控制变量法，则要使用两个质量相等的小球和保证两小球

离转轴的距离相同，故 AB 错误；

C. 控制变量只需保证两小球质量及离转轴的距离相同即可，变速塔轮的半径必须不同，才能使 ω 为变量。故 C 错误；

D. 皮带套在两个塔轮的最下端，塔轮之间是皮带转动，则线速度相同，由于

$$v = \omega r$$

可知 r 越小， ω 越大，故右侧 F 大，则右边标尺上漏出的黑白相间的等分格多，故 D 正确。

故选 D。

4. 【答案】C

【详解】AC. 根据万有引力提供向心力

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

可得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

可知“墨子号”科学实验卫星运行的线速度大于地球通讯卫星的线速度，地球同步卫星与地球相对静止，故“墨子号”科学实验卫星相对于地面是运动的，故 A 错误，C 正确；

B. 根据万有引力提供向心力，“墨子号”科学实验卫星的轨道平面一定通过地球的球心，故 B 错误；

D. 两卫星的质量关系不能确定，故 D 错误。

故选 C。

5. 【答案】D

【详解】AB. 由图可知，A、C 有相同的线速度，则有 $v_A = v_C$ ，B、C 有相同的角速度，则有 $\omega_B = \omega_C$ ，

又

$$v_A = \omega_A r, \quad v_C = \omega_B \cdot 2r$$

联立解得

$$\omega_A : \omega_B = 2 : 1$$

故 AB 错误；

CD. 由图可知，A、C 有相同的线速度，则向心加速度

$$a_n = \frac{v^2}{r} \propto \frac{1}{r}$$

因 A、C 两点的半径之比为 1:2，故 A、C 两点的向心加速度之比为 2:1，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

6. 【答案】B

【详解】A. A 小球做平抛运动，B 小球做自由落体运动，故两小球在竖直方向上运动情况相同，落地时竖直方向具有相同的速度，但是 A 小球具有水平初速度，故 A 小球落地时的速度为水平方向速度与竖直方向速度的合速度，因此 AB 两小球落地时的速度大小不同，故 A 错误；

BC. 在两个小球的运动过程中，只有重力在做功，且物体下落的距离相同，重力做功的大小也是相同的。根据动能定理可得

$$mgh = \Delta E_k$$

故动能的变化量相同，故 B 正确，C 错误；

D. AB 两个小球重力做功相同，且在竖直方向上均是自由落体运动，下落的距离相同，由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

两小球下落时间相同。由于功率 $P = \frac{W}{t}$ 可知，两小球重力做功与运动时间都相同，故平均功率也相同，

故 D 错误。

故选 B。

7. 【答案】D

【详解】A. 如果知道绕中子星做圆周运动的卫星的周期与轨道半径，可以求出中子星的质量，而根据题意仅知道中子星的自转周期 T 、中子星的半径 R 与万有引力常量 G ，无法求出中子星质量，根据

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

可知无法求出该中子星的密度，故 A 错误；

B. 根据万有引力提供向心力，则有

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

因无法求出中子星的质量，则无法求出该中子星的第一宇宙速度，故 B 错误；

C. 在中子星表面，根据万有引力等于重力，则有

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

解得

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

因无法求出中子星的质量，则无法求出该中子星表面的重力加速度，故 C 错误；

D. 该中子星赤道上的物体随中子星转动的线速度

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

故 D 正确。

故选 D。

8. 【答案】 C

【详解】 A. 图甲中支持力的方向垂直于斜面向上，与男士速度方向垂直，故支持力对男士不做功，故 A 错误；

B. 图乙中女士与台阶共同做匀速运动，没有相对运动趋势，女士不受摩擦力，故 B 错误；

C. 图乙中支持力方向竖直向上，与女士速度方向夹角小于 90° ，故支持力做正功，故 C 正确；

D. 男士和女士都做匀速运动，处于平衡状态，故男士受到自动人行道的作用力和女士受到自动扶梯的作用力分别与各自的重力平衡，方向都为竖直向上，故 D 错误。

故选 C。

9. 【答案】 D

【详解】 A. 重力对他做功 1000J，根据功能关系可知重力势能减少了 1000J，故 A 错误；

B. 根据动能定理可知，动能增加了

$$\Delta E_k = W_G + W_f = 800J$$

故 B 错误；

CD. 机械能变化量为

$$\Delta E = \Delta E_k + \Delta E_p = -1000 + 800J = -200J$$

故机械能减少了 200J，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

10. 【答案】 C

【详解】 A. 苹果做匀速圆周运动，加速度方向指向圆心，不为零，可知苹果的速度是变化的，故 A 错误；

B. 苹果从最低点 a 到最高点 c 运动的过程，加速度大小不变，加速度在水平方向上的分加速度先变大后减小，根据牛顿第二定律可知，手掌对苹果的摩擦力先增大后减小，故 B 错误；

C. 苹果在 a 点处有向上的加速度，处于超重状态，在 c 点有向下的加速度，处于失重状态，故 C 正确；

D. 苹果所受重力的功率为

$$P = mgv \cos \alpha$$

重力与速度的夹角在变化，可知苹果所受重力的功率是变化的，故 D 错误。

故选 C。

11. 【答案】 C

【详解】 A. 水平面光滑，所以杆对 A 的力提供了 A 做圆周运动的向心力

$$F_A = m_A \omega^2 r_A$$

杆对 B 的力提供了 B 做圆周运动的向心力

$$F_B = m_B \omega^2 r_B$$

代入数据可求得

$$F_A = 2F_B$$

有牛顿第三定律可知：A 对杆的作用力大小不等于 B 对杆的作用力大小，A 错误；

B. AB 运动具有相同的角速度 ω ，则加速度为

$$a = \omega^2 r$$

由 $r_A : r_B = 1 : 2$ 得 A 的向心加速度大小小于 B 的向心加速度大小，B 错误；

C. 动能的表达式为

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 r^2$$

结合题意可知：A 的动能等于 B 的动能，C 正确；

D. AB 有相同的角速度， $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ，所以 A 的周期等于 B 的周期，D 错误；

故选 C。

12. 【答案】B

【详解】A. 设斜面与地面夹角为 θ ，则滑块的加速度为

$$a = \frac{mg \sin \theta}{m} = g \sin \theta$$

则有

$$v = at$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

联立可知

$$E_k = \frac{1}{2}mg^2 t^2 \sin^2 \theta$$

故 A 错误；

BC. 设斜面长为 x_0 ，滑块位移为 x ，重力势能为

$$\begin{aligned} E_p &= mg(x_0 - x) \sin \theta \\ &= mgx_0 \sin \theta - mgx \sin \theta \end{aligned}$$

则

$$E_p = mgx_0 \sin \theta - \frac{1}{2}mg^2 t^2 \sin \theta$$

故 B 正确，C 错误；

D. 滑块动能

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

即

$$E_k = \frac{1}{2}m \cdot 2gx \sin \theta = mgx \sin \theta$$

故 D 错误。

故选 B。

13. 【答案】C

【详解】A. 以小球 a 和 b 为整体，根据牛顿第二定律可得

$$3mg - mg = (3m + m)a$$

解得

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

根据

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

可得球 b 落地的时间为

$$t = 2\sqrt{\frac{h}{g}}$$

故 A 错误；

B. 对小球 b 受力分析可得

$$3mg - T = 3ma$$

解得

$$T = \frac{3}{2}mg$$

故 B 错误；

C. 在球 b 下落过程中，球 a 的动能增加量为

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_a^2 = \frac{1}{2}m(at)^2 = \frac{1}{2}mgh$$

在球 b 下落过程中，球 a 的机械能增加了

$$\Delta E = \Delta E_p + \Delta E_k = mgh + \frac{1}{2}mgh = \frac{3}{2}mgh$$

故 C 正确；

D. 球 b 落地前瞬间速度大小为

$$v_b = at = \sqrt{gh}$$

故 D 错误。

故选 C。

14. 【答案】A

【详解】A. AB 两处的空气都会有向右运动的速度，同时球的旋转会带动周围的空气和球一样顺时针旋转，则 A 处的两股流速是相反的因此速度小，B 处的两股流速是同向速度大，故 A 正确；

B. A 处流速小 B 处流速大，球旋转会受到向上的升力因此水平位移更远，a 是旋转的轨迹，故 B 错误；

C. 角速度越大，乒乓球附近 A、B 两处空气流速相差越大，则两处的空气对乒乓球就形成压力差，即马格

努斯力越大，故 C 错误；

D. 由于存在空气阻力，故乒乓球在运动过程中机械能有损失，故无旋球弹起的高度低于发球位置的高度，故 D 错误。

故选 A。

二、填空题（共 18 分）

15. 【答案】 ①. 0.14 ②. 0.40 ③. AC##CA ④. AC##CA

【详解】(1) [1]根据纸带上点迹的计算公式可知

$$v_B = \frac{x_1 + x_2}{2T} = \frac{(1.20 + 1.60) \times 10^{-2} \text{m}}{2 \times 0.1 \text{s}} = 0.14 \text{m/s}$$

[2]根据逐差法可知小车的加速度为

$$a = \frac{x_4 + x_5 + x_6 - (x_1 + x_2 + x_3)}{(3T)^2} = \frac{(2.38 + 2.79 + 3.18 - 1.20 - 1.60 - 1.98) \times 10^{-2} \text{m}}{(3 \times 0.1 \text{s})^2} = 0.40 \text{m/s}^2$$

(2) ①[3]A. 由于“研究平抛物体的运动”斜槽的末端必须保持水平，故 A 正确；

B. 由于每次小球运动轨迹相同，因此每次小球必须从同一位置，由静止释放，故 B 错误；

C. 平抛运动的轨迹位于竖直方向，因此硬板应保持竖直，故 C 正确；

D. A 球每次从同一位置静止释放即可，不需要减小 A 球与斜槽之间的摩擦，故 D 错误。

故选 AC。

②[4]通过图像可知，这个偏差较大的点处水平的速度相比其他的点较大，故产生的原因，可能是该次实验 A 球释放的高度偏高或释放时 A 球没有静止时释放，平抛时速度偏大。

故选 AC。

16. 【答案】 ①. D ②. B ③. $mg(s_0 + s_1)$ ④. $\frac{m(s_1 + s_2)^2}{32T^2}$ ⑤. A

【详解】(1) [1]验证机械能守恒定律实验中，打点计时器需使用交流电源，需使用刻度尺量取纸带上两点间的距离，不需要测量重锤的质量，故不需要天平。

故选 D。

(2) [2]为充分利用纸带，先接通电源开关，再打开夹子释放纸带，打出一条纸带。故没有必要进行的或者操作不当的步骤是 B。

(3) [3]重锤从释放到下落 OC 距离时的重力势能减少量

$$\Delta E_p = mg(s_0 + s_1)$$

[4]重锤在 C 点的速度为

$$v_C = \frac{x_{AE}}{4T} = \frac{s_1 + s_2}{4T}$$

动能增加量

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{m(s_1 + s_2)^2}{32T^2}$$

(5) [5] 设重锤下落过程中所受的平均阻力为 f ，根据动能定理可得

$$(mg - f)h = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

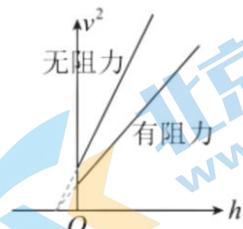
整理得

$$v^2 = (2g - \frac{2f}{m})h + v_A^2$$

可知 $v^2 - h$ 图象为一条倾斜的直线，作 $v^2 - h$ 图线的反向延长线，图象的横截距代表 OA 之间的距离，无论有无阻力，图像都应交横坐标于同一点， $v^2 - h$ 图线的纵截距表示 A 点的速度平方，当没有一切阻力时， A 点的速度大于有阻力时的速度，可得没有阻力时纵轴截距

$$b' > b$$

据此可以大致画出没有阻力时的图象，如图所示



由图可得

$$k' > k, b' > b$$

故选 A。

三. 计算题 (解答应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。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位)

17. 【答案】(1) $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$; (2) $v = x\sqrt{\frac{g}{2h}}$; (3) $Q = \frac{1}{4}\pi xd^2\sqrt{\frac{g}{2h}}$

【详解】(1) 污水由管口流出后可近似认为做平抛运动，竖直方向有

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

可得

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

(2) 水平方向有

$$x = vt$$

解得

$$v = x\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

(3) 排出污水的流量为

$$Q = Sv$$

截面积为

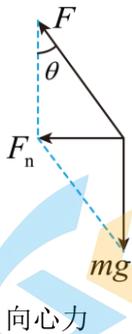
$$S = \frac{1}{4} \pi d^2$$

排出污水的流量

$$Q = \frac{1}{4} \pi x d^2 \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

18. 【答案】(1) a. $mg \tan \theta$; b. $\sqrt{g \tan \theta (r + L \sin \theta)}$; (2) $mgL(1 - \cos \theta) + \frac{1}{2} mg \tan \theta (r + L \sin \theta)$

【详解】(1) a. 对游客和座椅做受力分析 (如图所示) 可知



$$F_n = mg \tan \theta$$

b. 根据牛顿第二定律, 有

$$F_n = m \frac{v^2}{R}$$

游客和座椅做圆周运动的半径

$$R = r + L \sin \theta$$

得

$$v = \sqrt{g \tan \theta (r + L \sin \theta)}$$

(2) 游客和座椅由静止到随转盘匀速转动的过程, 根据功能关系, 有

$$W - mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} mv^2$$

得

$$W = mgL(1 - \cos \theta) + \frac{1}{2} mg \tan \theta (r + L \sin \theta)$$

19. 【答案】(1) $v_D = \sqrt{gR}$; (2) $N_B' = 6mg$; (3) $F = \frac{5}{4} mg$

【详解】(1) 设滑块恰好通过最高点 D 的速度为 v_D , 根据牛顿第二定律有

$$mg = \frac{mv_D^2}{R}$$

解得

$$v_D = \sqrt{gR}$$

(2) 滑块自 B 点到 D 点的过程机械能守恒, 设滑块在 B 点的速度为 v_B , 则有

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_D^2 + 2mgR$$

解得

$$v_B^2 = 5gR$$

设滑块经过 B 点进入圆形轨道时所受的支持力为 N_B , 根据牛顿第二定律有

$$N_B - mg = \frac{mv_B^2}{R}$$

解得

$$N_B = 6mg$$

由牛顿第三定律可知, 滑块经过 B 点时对轨道的压力大小

$$N_B' = 6mg$$

(3) 对于滑块自 D 点平抛到 A 点, 设其时间为 t , 则有

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

$$s_{AB} = v_D t$$

解得

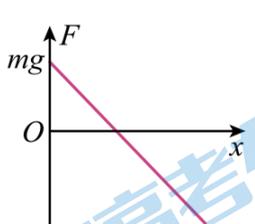
$$s_{AB} = 2R$$

滑块由 A 点到 B 点的过程中, 根据动能定理

$$Fs_{AB} = \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得

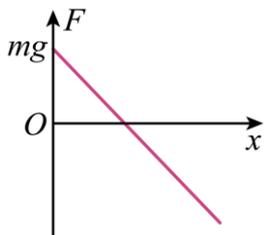
$$F = \frac{5}{4}mg$$

20. 【答案】(1)  ; (2) $v_m = \sqrt{\frac{mg^2}{k} + 2gH}$; (3) 见解析

【详解】(1) 在圆环压缩弹簧的过程中

$$F = mg - kx$$

可得 F 随 x 变化的示意图如右图所示



(2) 在运动过程中当合力为零时，圆环的速度有最大值，设圆环速度最大时弹簧的形变量为 x ，根据牛顿第二定律有

$$mg - kx = 0$$

在此过程中，根据 $F-x$ 图线与 x 轴围成的面积可求得圆环所受合力做的功

$$W_1 = S_1 = \frac{1}{2} mgx$$

从圆环开始下落到圆环速度达到最大的过程中，根据动能定理有

$$W_1 + mgH = \frac{1}{2} mv_m^2 - 0$$

可得

$$v_m = \sqrt{\frac{mg^2}{k} + 2gH}$$

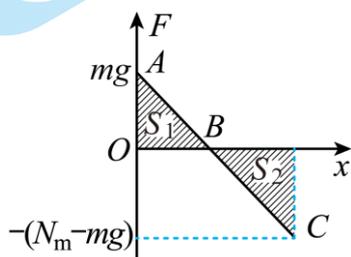


图2

(3) 当圆环运动到最低点时圆环速度为零，弹簧的弹力最大（设为 N_m ），底座对地面的压力 F_N 最大。设从平衡位置到最低点的过程中，圆环所受合力做的功为 W_2 。根据动能定理，从接触弹簧到平衡位置的过程中有

$$W_1 = \frac{1}{2} mv_m^2 - \frac{1}{2} mv_A^2$$

从平衡位置到最低点的过程中有

$$W_2 = 0 - \frac{1}{2} mv_m^2$$

根据公式可知

$$|W_2| > |W_1|$$

即

$$S_1 < S_2$$

结合图像可知

$$mg < N_m - mg$$

即

$$N_m > 2mg$$

设地面对底座的支持力大小为 F ，取底座为研究对象，根据牛顿第二定律有

$$F - 4mg - N_m = 0$$

可得

$$F > 6mg$$



关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考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 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，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新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“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，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

