



# 2023 北京顺义一中高一 6 月月考

## 物 理

(90 分钟 100 分)

### 一、单选题。(本题共 14 小题, 每小题 3 分, 共 42 分)

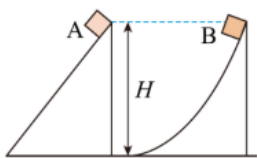
1. 下列物理量中, 属于矢量的是 ( )

- A. 功
- B. 动能
- C. 线速度
- D. 周期

2. 在下列所述实例中, 机械能守恒的是 ( )

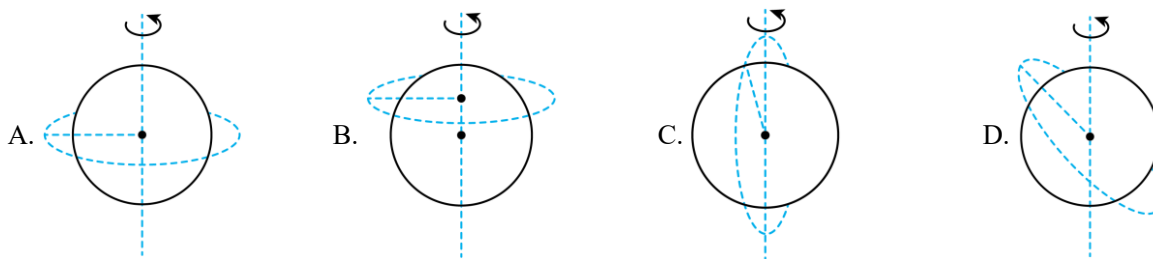
- A. 木箱沿着固定光滑斜面下滑的过程
- B. 雨滴在空中匀速下落的过程
- C. 电梯加速上升的过程
- D. 乘客随摩天轮在竖直面内匀速转动的过程

3. 两质量相同的小铁块 A 和 B, 分别从高度相同的都是光滑的斜面和圆弧斜面的顶点滑向底部, 如图所示。如果它们的初速度都为零, 设两铁块下滑过程重力做功分别为  $W_A$  和  $W_B$ , 到达底端的动能分别为  $E_{KA}$  和  $E_{KB}$ , 下列选项正确的是 ( )

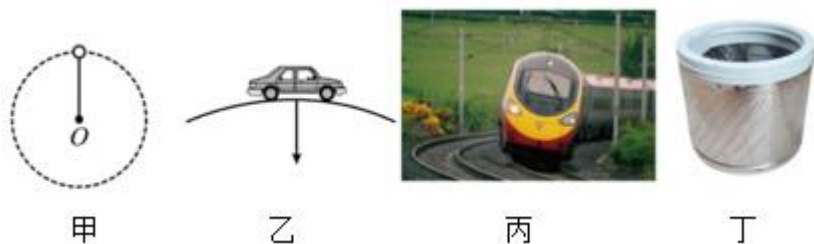


- A.  $W_A < W_B$
- B.  $W_A = W_B$
- C.  $E_{KA} < E_{KB}$
- D.  $E_{KA} > E_{KB}$

4. 下图中的四种虚线轨迹, 不可能是人造地球卫星轨道的是 ( )



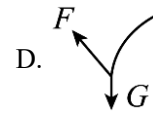
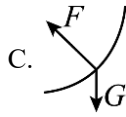
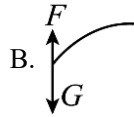
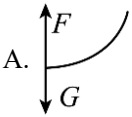
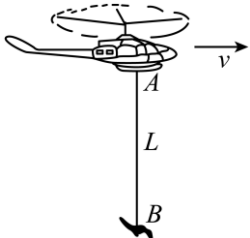
5. 关于如图所示的四种圆周运动模型, 说法正确的是 ( )



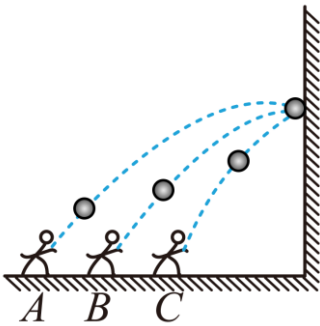
- A. 图甲: 轻质细绳一端系一小球在竖直平面内做圆周运动, 小球在最高点所受的合力可刚好为零
  - B. 图乙: 汽车过拱桥最高点时速度越大, 对桥面的压力越大
  - C. 图丙: 铁路弯道处的外轨会略高于内轨, 当火车实际速度高于规定的行驶速度时, 火车和内轨之间会有挤压
  - D. 图丁: 洗衣机脱水过程中, 吸附在衣服上的水所受合力小于所需向心力
6. 如图所示, 在一次救灾工作中, 一架离水面高为  $H$ 、沿水平直线飞行的直升机 A, 用悬索 (重力可忽略



不计) 救护困在湖水中的伤员 B, 在直升机 A 和伤员 B 以相同的水平速率匀速运动的同时, 悬索将伤员吊起。设经  $t$  时间后伤员竖直向上所走位移  $y = 2t^2$ , 则在这段时间内关于伤员 B 的受力和运动轨迹正确的是下列哪个图 ( )



7. 壁球是一种对墙击球的室内运动, 如图, 一同学分别在同一直线上的 A、B、C 三个位置击打壁球, 结果都垂直击中墙壁同一位置, 设球撞击墙时的速度为  $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ , 空中运动时间分别为  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ , 下列说法正确的是 ( )



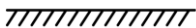
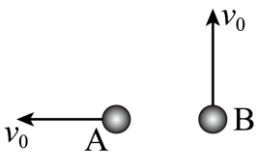
A.  $t_1 = t_2 = t_3$        $v_1 = v_2 = v_3$

B.  $t_1 > t_2 > t_3$        $v_1 > v_2 > v_3$

C.  $t_1 > t_2 > t_3$        $v_1 = v_2 = v_3$

D.  $t_1 = t_2 = t_3$        $v_1 > v_2 > v_3$

8. 如图所示, 有两个完全相同的小球 A、B, 将它们从同一高度以相同大小的初速度  $v_0$  分别水平抛出和竖直向上抛出 (不计空气阻力), 则下列说法正确的是 ( )

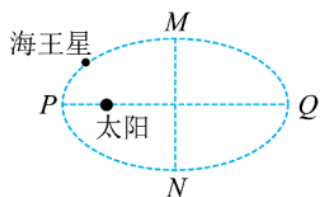


- A. 两小球落地时的速度相同
- B. 从抛出点至落地, 两球重力做功相同
- C. 两小球落地时, 重力的瞬时功率相同
- D. 从抛出点至落地, 重力对两小球做功的平均功率相同

9. 如图, 海王星绕太阳沿椭圆轨道运动, P 为近日点, Q 为远日点, M、N 为轨道短轴的两个端点, 运行的



周期为  $T_0$ 。若只考虑海王星和太阳之间的相互作用，则海王星在从  $P$  经  $M$ 、 $Q$  到  $N$  的运动过程中 ( )



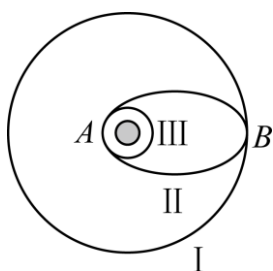
- A. 从  $M$  到  $Q$  所用的时间等于  $\frac{T_0}{4}$
- B. 从  $Q$  到  $N$  过程，加速度逐渐变大
- C. 从  $M$  到  $Q$  过程，速率逐渐变大
- D. 从  $M$  到  $Q$  再到  $N$  过程，万有引力对它先做正功后做负功

10. 我国已建成覆盖全球的北斗卫星导航系统。该系统由 5 颗静止轨道同步卫星 (相对地球静止、离地高度约 36000km)、27 颗中地球轨道卫星 (离地高度约 21000km) 及其它轨道卫星共 35 颗组成，如图所示。下列说法正确的是 ( )



- A. 静止轨道同步卫星可定位在北京正上空
- B. 静止轨道同步卫星的环绕速度大于第一宇宙速度
- C. 中地球轨道卫星的周期肯定小于 24 小时
- D. 中地球轨道卫星的加速度小于静止轨道同步卫星的加速度

11. “太空垃圾”已经成为了航天安全的重要威胁，为了安全航天“太空垃圾”的回收清理势在必行，科学家构想向太空发射清洁卫星，通过变换轨道对“太空垃圾”进行清理，如图所示，其过程简化为清洁卫星先进入绕地球圆轨道 III，经过与其相切的绕地球椭圆轨道 II 再转移到绕地球圆轨道 I， $A$ 、 $B$  分别为椭圆轨道 II 上的近地点和远地点。清洁卫星在变轨过程中质量视为不变。则下列说法正确的是 ( )

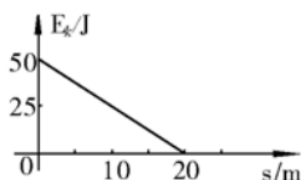


- A. 清洁卫星在轨道 III 上  $A$  点的加速度等于在轨道 II 上  $A$  点的加速度
- B. 清洁卫星在轨道 I 上的运行周期小于在轨道 II 的运行周期
- C. 清洁卫星在轨道 I 上  $B$  点时的速率等于在轨道 II 上  $B$  点时的速率
- D. 处于 I 轨道的清洁卫星可以通过加速的方式追上同轨道的太空垃圾，从而实现对其清理。

12. 质量为 1.0kg 的物体以某一初速度在水平面上滑行，由于滑动摩擦力的作用，其动能随位移变化的情况

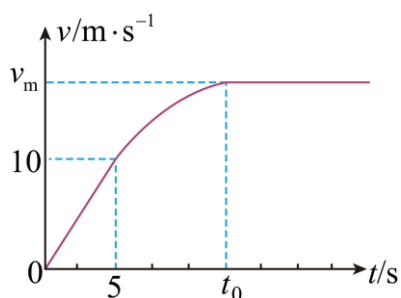


如图所示，若  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ，则下列判断正确的是（ ）



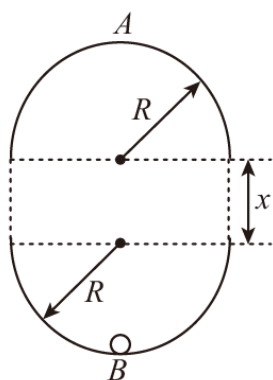
- A. 物体与水平面间的动摩擦因数为 0.30
- B. 物体与水平面间的动摩擦因数为 0.25
- C. 物体滑行的总时间为 5.0s
- D. 物体滑行的总时间为 3.0s

13. 一辆小汽车在水平路面上由静止启动，在前 5s 内做匀加速直线运动，5s 末达到额定功率，之后保持以额定功率运动。其  $v-t$  图像如图所示。汽车的质量为  $m=2\times 10^3\text{kg}$ ，汽车受到地面的阻力为车重力的 0.1 倍，取重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ ，则以下说法**不正确**的是（ ）



- A. 汽车在前 5s 内的牵引力为  $6\times 10^3\text{N}$
- B. 汽车的额定功率为 60kW
- C. 汽车的最大速度为 30m/s
- D.  $0-t_0$  时间内汽车牵引力做功为  $\frac{1}{2}mv_m^2$

14. 如图所示，在同一竖直平面内有两个正对着的半圆形光滑轨道，轨道的半径都是  $R$ 。轨道端点所在的水准线相隔一定的距离  $x$ 。一质量为  $m$  的小球能在其间运动而不脱离轨道，经过最低点  $B$  时的速度为  $v$ 。小球在最低点  $B$  与最高点  $A$  对轨道的压力之差为  $\Delta F$  ( $\Delta F > 0$ )。不计空气阻力。则（ ）



- A.  $m$ 、 $x$  一定时， $R$  越大， $\Delta F$  一定越大
- B.  $m$ 、 $x$  一定时， $v$  越大， $\Delta F$  一定越大
- C.  $m$ 、 $R$  一定时， $x$  越大， $\Delta F$  一定越大



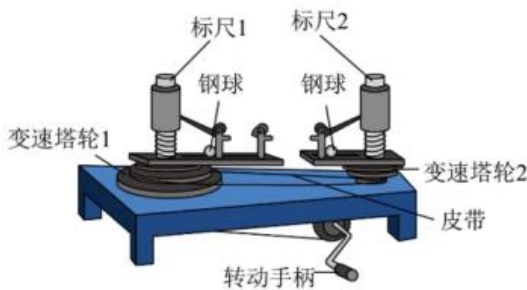
D.  $m$ 、 $R$  一定时,  $v$  越大,  $\Delta F$  一定越大

## 二、实验题 (共 2 小题, 共 18 分)

15. 用如图所示的装置来探究小球做圆周运动所需向心力的大小  $F$  与质量  $m$ 、角速度  $\omega$  和半径  $r$  之间的关系, 两个变速轮塔通过皮带连接, 转动手柄使长槽和短槽分别随变速塔轮匀速转动, 槽内的钢球就做匀速圆周运动。横臂的挡板对钢球的压力提供向心力, 钢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, 标尺上的红白相间的等分格显示出两个钢球所受向心力的比值, 如图是探究过程中某次实验时装置的状态。

(1) 该实验用到的方法是\_\_\_\_\_。

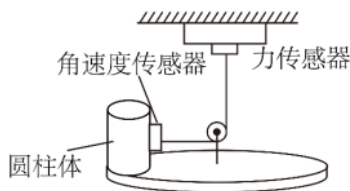
- A. 理想实验      B. 等效替代法      C. 微元法      D. 控制变量法



(2) 图中所示是在研究向心力的大小  $F$  与\_\_\_\_\_的关系。

- A. 质量  $m$       B. 半径  $r$       C. 角速度  $\omega$

(3) 另一组同学用如下图所示实验装置进行探究, 圆柱体放置在水平圆盘上做匀速圆周运动, 圆柱体与圆盘之间的摩擦可忽略不计。力传感器测量向心力大小  $F$ , 角速度传感器测量角速度大小  $\omega$ , 该组同学通过保持圆柱体质量和运动半径不变, 来探究  $F$  与  $\omega$  的关系。



该组同学让圆柱体做半径为  $r$  的匀速圆周运动, 得到如图 1 所示图像, 对图线的数据进行处理, 获得了如图 2 所示的图像, 该图像是一条过原点的直线, 则图像横坐标  $x$  代表的是\_\_\_\_\_, 如果直线的斜率为  $k$ , 则可以得到圆柱体的质量为\_\_\_\_\_。

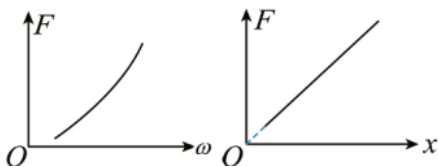
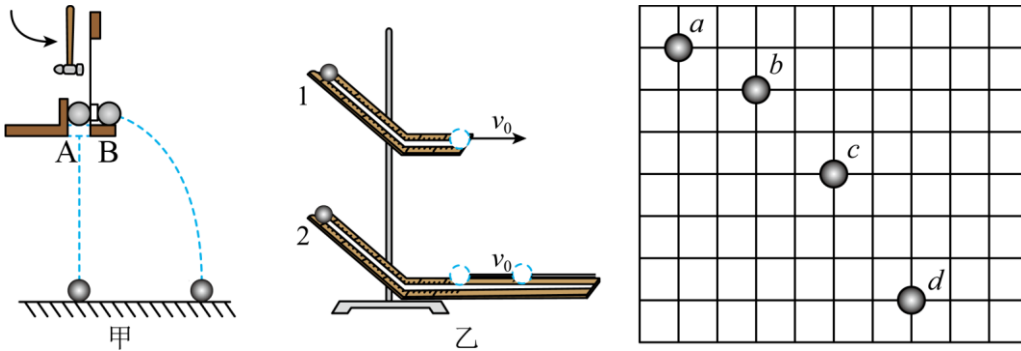


图 1      图 2

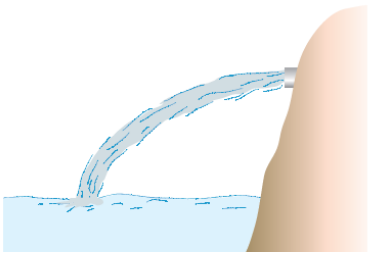
16. 在“探究小球做平抛运动的特点”的实验中:

(1) 如图甲所示的实验中, 观察到两球同时落地, 说明平抛运动在竖直方向做\_\_\_\_\_; 如图乙所示的实验: 将两个光滑斜轨道固定在同一竖直面内, 滑道末端水平, 把两个质量相等的小钢球, 从斜面的相同高度由静止同时释放, 观察到球 1 落到水平板上并击中球 2, 这说明平抛运动在水平方向做\_\_\_\_\_;



(2) 该同学用频闪照相机拍摄到如图所示的小球平抛运动的照片，照片中小方格的边长  $L=2.5\text{cm}$ ，小球在平抛运动中的几个位置如图中的  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  所示，则照相机每隔\_\_\_\_\_s 曝光一次，小球平抛初速度为  $v_0=_____$  m/s (当地重力加速度大小  $g=10\text{m/s}^2$ )。

(3) 环保人员在一次检查时发现，有一根横截面为圆形的排污管正在向外满口排出大量污水。这根管道水平设置，管口离地面有一定的高度，如图所示。现在，环保人员只有一把卷尺，请设计一种方法帮助环保人员大致估测该管道的排污量 (即每秒排出污水的体积)。

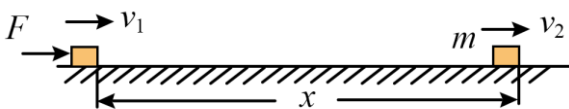


**三、计算题。(本题包括 4 小题，共 40 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位)**

17. (1) 质量为  $m$  的某物体，在光滑水平面上运动，在与运动方向相同的恒力  $F$  的作用下发生一段位移  $x$ ，速度由  $v_1$  增加到  $v_2$ ，试根据牛顿第二定律和运动学公式，推导动能定理表达式。

(2) 根据动能定理或已学其他知识，分析下面具体问题：质量  $m=6\times 10^3\text{kg}$  的客机，从静止开始沿平直的跑道匀加速滑行，当滑行距离  $l=7.2\times 10^2\text{m}$  时，达到起飞速度  $v=60\text{m/s}$ 。求：

- ①若不计滑行过程中所受的阻力，则飞机受到的牵引力为多大？
- ②若滑行过程中受到的平均阻力大小为  $3.0\times 10^3\text{N}$ ，牵引力与第 (2) 问中求得的值相等，则要达到上述起飞速度，飞机的滑行距离应为多大？

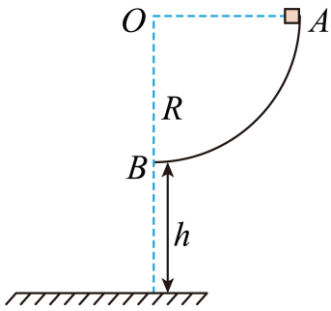


18. 如图所示为半径  $R=0.50\text{m}$  的四分之一圆弧轨道，底端距水平地面的高度  $h=0.45\text{m}$ 。一质量  $m=1.0\text{kg}$  的小滑块从圆弧轨道顶端  $A$  由静止释放，到达轨道底端  $B$  点的速度  $v=2.0\text{m/s}$ 。忽略空气的阻力， $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 小滑块落地点与  $B$  点的水平距离  $x$ 。
- (2) 小滑块由  $A$  到  $B$  的过程中，摩擦力所做的功  $W_f$ 。

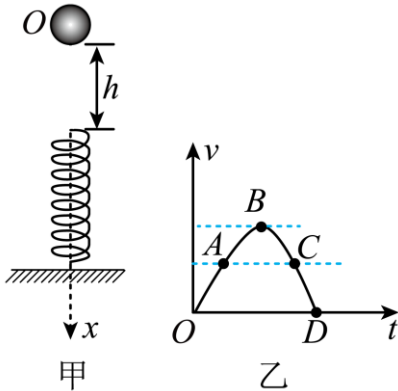


(3) 小滑块在圆弧轨道底端  $B$  点受到的支持力大小  $F_N$ 。



19. 如图甲所示，劲度系数为  $k$ 、足够长的轻弹簧竖直放置，下端固定在水平地面上，一质量为  $m$  的小球，从离弹簧上端高  $h$  处由静止释放，落在弹簧上与弹簧连接在一起不再分开，以后继续向下运动到最低点的过程中，小球的速度  $v$  随时间  $t$  的变化图像如图乙所示，其中  $OA$  段为直线， $AB$  段是与  $OA$  相切于  $A$  点的曲线， $BCD$  是平滑的曲线。不计空气阻力，重力加速度为  $g$ ，试分析：

- (1) 作出弹簧弹力  $F$  与  $x$  的图像，并由图像求弹力做功的表达式；
- (2) 求乙图中  $B$  点对应的弹簧形变量  $x_1$  和小球到达  $B$  点状态时的动能  $E_{kB}$ 。
- (3)  $D$  点对应的弹簧弹力大小  $F_D$ 。

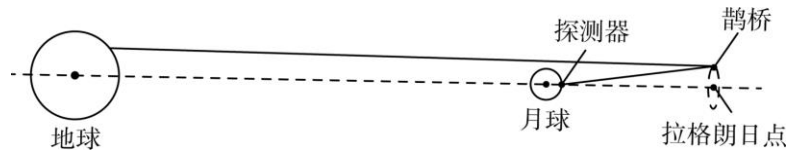


20. 2019年1月3日，嫦娥四号探测器成功着陆在月球背面，并通过“鹊桥”中继卫星传回了世界上第一张近距离拍摄月球背面的图片。此次任务实现了人类探测器首次在月球背面软着陆、首次在月球背面通过中继卫星与地球通讯，因而开启了人类探索月球的新篇章。嫦娥四号探测器在靠近月球表面时先做圆周运动进行充分调整，最终到达离月球表面很近的着陆点。为了尽可能减小着陆过程中月球对飞船的冲击力，探测器在距月面非常近的距离处进行多次调整减速，离月面高  $h$  处开始悬停（相对月球速度为零），然后关闭发动机，仅在月球重力作用下竖直下落，探测器与月面接触前瞬间相对月球表面的速度为  $v$ 。已知月球的半径  $R$ ，探测器质量为  $m$ ，引力常量为  $G$ 。试分析：

- (1) 求月球表面的重力加速度和月球质量  $m_0$ ；
- (2) 月球的第一宇宙速度  $v_1$ ；
- (3) 探测器在月球背面着陆的难度要比在月球正面着陆大很多，其主要的原因在于：由于月球的遮挡，着陆前探测器将无法和地球之间实现通讯。2018年5月，我国发射了一颗名为“鹊桥”的中继卫星，在地球和月球背面的探测器之间搭了一个“桥”，从而有效地解决了通讯的问题。中继卫星所处位置的特点：中继卫星仅在地球和月球的万有引力作用下保持与地球和月球的相对位置不变。设地球质量为  $M$ ，月球质量为  $m_0$ ，地球中心和月球中心间的距离为  $L$ ，月球绕地心运动，图中所示的中继卫星到月球球心的距离为



$r$ 。推导并写出  $r$  与  $M$ 、 $m_0$  和  $L$  之间的关系式。







## 参考答案

### 一、单选题。(本题共 14 小题, 每小题 3 分, 共 42 分)

#### 1. 【答案】C

【详解】功、动能和周期都是只有大小无方向的物理量, 是标量; 而线速度既有大小又有方向, 是矢量, 故选 C。

#### 2. 【答案】A

【详解】A. 木箱沿着固定光滑斜面下滑的过程, 只有重力做功, 机械能守恒, 故 A 正确;  
B. 雨滴在空中匀速下落的过程, 受空气阻力的作用, 机械能不守恒, 故 B 错误;  
C. 电梯加速上升的过程中, 动能增加, 重力势能增加, 故机械能增加, 故 C 错误;  
D. 乘客随摩天轮在竖直面内匀速转动的过程, 动能不变, 重力势能变化, 故机械能变化, 故 D 错误。  
故选 A。

#### 3. 【答案】B

【详解】AB. 重力做功都为

$$W_A = W_B = mgh$$

故 A 错误, B 正确;

CD. 由动能定理可得

$$E_{kA} = E_{kB} = mgh$$

故 CD 错误。

故选 B。

#### 4. 【答案】B

【分析】

【详解】人造地球卫星靠地球的万有引力提供向心力而绕地球做匀速圆周运动, 地球对卫星的万有引力方向指向地心, 所以人造地球卫星做圆周运动的圆心是地心, 否则不能做稳定的圆周运动。故 B 不可能, ACD 可能。

故选 B。

#### 5. 【答案】D

【详解】A. 轻质细绳一端系一小球在竖直面内做圆周运动, 小球在最高点所受的合力一定不为零, 否则小球不能够做圆周运动, 故 A 错误;

B. 汽车过拱桥最高点时, 根据牛顿第二定律得

$$mg - F_N = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$F_N = mg - m \frac{v^2}{r}$$

可知汽车过凸形桥最高点时速度越大, 对桥面的压力越小, 故 B 错误;



C. 火车以规定的速度经过外轨高于内轨的弯道时，受到的重力和轨道的支持力的合力恰好等于向心力时，设倾角为  $\theta$ ，则

$$mg \tan \theta = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$v = \sqrt{gr \tan \theta}$$

当火车实际速度高于规定的行驶速度时，重力和轨道的支持力的合力支持力不足以提供所需的向心力，火车和外轨之间会有挤压，故 C 错误；

D. 洗衣机脱水过程中，水做离心运动，吸附在衣服上的水所受合力小于所需向心力，故 D 正确。

故选 D。

#### 6. 【答案】A

【详解】根据  $y = 2t^2$ ，可知 B 在竖直方向上是匀加速上升的，悬索中拉力大于重力，即表示拉力  $F$  的线段要比表示重力  $G$  的线段长，伤员在水平方向匀速率运动，所以  $F$ 、 $G$  都在竖直方向上；向上加速，运动轨迹向上偏转。

故选 A。

#### 7. 【答案】D

【详解】因为三次都是壁球垂直击中墙壁同一位置，因此可以逆向看成是三次平抛运动，根据平抛运动规律

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

$$s = vt$$

可知，三次时间相同，速度

$$v_1 > v_2 > v_3$$

故选 D。

#### 8. 【答案】B

【详解】AB. 在整个过程中，只有重力做功，重力做功的特点是只与始末位置的高度差相等，与其所经过的路径无关，所以这两个小球在整个过程中重力做功相等，根据动能定理可知

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

则落地时的动能相等，速度大小相等，但速度方向不同，A 错误，B 正确；

C. 由于落地时速度大小相同，方向不同，根据

$$P = mgv_y$$

可知，重力的瞬时功率不同，C 错误；

D. 竖直上抛运动的时间比平抛运动的时间多，根据



$$P = \frac{W}{t}$$

可知，重力对平抛球做功的平均功率更大，D 错误。

故选 B。

9. 【答案】B

【详解】AC. 由开普勒第二定律可知海王星从 P 点到 Q 点速度逐渐减小，PM 段的时间小于 MQ 段的时间，所以从 M 到 Q 所用的时间大于  $\frac{T_0}{4}$ ，故 AC 错误；

B. 从 Q 到 N 过程中，海王星与太阳的距离减小，由  $a = \frac{GM}{r^2}$  可知加速度逐渐变大，故 B 正确；

D. 从 M 到 Q 再到 N 过程中海王星远离太阳，万有引力对它做负功，故 D 错误。

故选 B。

10. 【答案】C

【详解】A. 静止同步卫星轨道在赤道上空，故不可定位在北京正上空，给 A 错误；

B. 第一宇宙速度为最大环绕速度，当卫星为近地卫星时环绕速度可近似为第一宇宙速度，由

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \text{ 可得}$$

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

可知静止轨道同步卫星的环绕速度小于近地卫星速度，即小于第一宇宙速度，故 B 错误；

C. 由  $\frac{GMm}{r^2} = \frac{4mr\pi^2}{T^2}$  可得

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

可知中地球轨道卫星的周期小于静止同步卫星的周期，即小于 24 小时，故 C 正确；

D. 由  $\frac{GMm}{r^2} = ma$  可得

$$a = \frac{GM}{r^2}$$

知中地球轨道卫星的加速度大于静止轨道同步卫星的加速度，故 D 错误。

故选 C

11. 【答案】A

【详解】A. 根据牛顿第二定律可得

$$\frac{GMm}{r^2} = ma$$

可得



$$a = \frac{GM}{r^2}$$

由于  $M$ ， $r$  都相同，可知清洁卫星在轨道 III 上  $A$  点的加速度等于在轨道 II 上  $A$  点的加速度，故 A 正确；  
B. 根据开普勒第三定律可得

$$\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2}$$

由于清洁卫星在轨道 I 上的半径大于轨道 II 的半长轴，则清洁卫星在轨道 I 上的运行周期大于在轨道 II 的运行周期，故 B 错误；

C. 清洁卫星从在轨道 II 上  $B$  点需要点火加速才能变轨到轨道 I，则清洁卫星在轨道 I 上  $B$  点时的速率大于在轨道 II 上  $B$  点时的速率，故 C 错误；

D. 处于 I 轨道的清洁卫星如果加速，则万有引力不足以提供所需的向心力，清洁卫星将做离心运动变轨到更高的轨道，不可能追上同轨道的太空垃圾，故 D 错误。

故选 A。

## 12. 【答案】B

【详解】AB. 由动能定理可知

$$-\mu mgs = E_k - E_{k0}$$

得

$$E_k = -\mu mgs + E_{k0}$$

结合图像可得

$$E_{k0} = \frac{1}{2}mv_0^2 = 50\text{J}$$

$$\mu mg = \frac{5}{2}(\text{N})$$

解得

$$\mu = 0.25$$

$$v_0 = 10\text{m/s}$$

故 A 错误，B 正确；

CD. 物体滑行的总时间为

$$t = \frac{s}{\bar{v}} = \frac{20}{5}\text{s} = 4\text{s}$$

故 CD 错误。

故选 B。

## 13. 【答案】D

【详解】A. 由图可得汽车在前 5s 内的加速度大小为

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2\text{m/s}^2$$



根据牛顿第二定律可得

$$F - f = ma$$

解得

$$F = f + ma = 6000\text{N}$$

故 A 正确;

B. 汽车额定功率为

$$P = Fv = 60\text{kW}$$

故 B 正确;

C. 当汽车牵引力和阻力相等时速度最大, 最大速度为

$$v_m = \frac{P}{f} = 30\text{m/s}$$

故 C 正确;

D. 由动能定理可得

$$W - fs = \frac{1}{2}mv_m^2$$

所以  $0-t_0$  时间内汽车牵引力做功大于  $\frac{1}{2}mv_m^2$ , 故 D 错误。

故选 D。

14. 【答案】C

【详解】设  $m$  在  $A$  点时的速度为  $v_A$ , 在  $B$  点时速度为  $v_B$ ; 对  $m$  从  $A$  到  $B$  点时, 根据动能定理有:

$$mg(2R + x) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

对  $m$  在  $B$  点时, 受重力和支持力  $N_B$  的作用, 根据牛顿第二定律:

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

所以

$$N_B = mg + m\frac{v_B^2}{R};$$

对  $m$  在  $A$  点, 受重力和支持力  $N_A$ , 根据牛顿第二定律:

$$N_A + mg = m\frac{v_A^2}{R}$$

所以

$$N_A = m\frac{v_A^2}{R} - mg$$

小球在最低点  $B$  与最高点  $A$  对轨道的压力之差



$$\Delta F = N_B - N_A = 6mg + 2mg \cdot \frac{x}{R}$$

- A.  $m$ 、 $x$ 一定时， $R$ 越大， $\Delta F$ 一定越小，选项 A 错误；  
 B.  $m$ 、 $x$ 一定时， $\Delta F$ 与 $v$ 无关，选项 B 错误；  
 C.  $m$ 、 $R$ 一定时， $x$ 越大， $\Delta F$ 一定越大，选项 C 正确；  
 D.  $m$ 、 $R$ 一定时， $\Delta F$ 与 $v$ 无关，选项 D 错误；

故选 C。

## 二、实验题（共 2 小题，共 18 分）

15. 【答案】 ①. D ②. C ③.  $\omega^2$  ④.  $\frac{k}{r}$

【详解】(1) [1]本实验探究向心力的大小  $F$  与质量  $m$ 、角速度  $\omega$  和半径  $r$  之间的关系，先控制其中两个物理量不变，探究向心力与另一个物理量的关系，采用的科学方法是控制变量法。

故选 D。

(2) [2]图中两小球质量相等，做圆周运动的半径相等，所以图中所示是在研究向心力的大小  $F$  与角速度  $\omega$  的关系。

故选 C。

(3) [3]由向心力公式

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

可知，当质量  $m$  和运动半径  $r$  不变时，有

$$F \propto \omega^2$$

所以图像横坐标  $x$  代表的是  $\omega^2$ 。

[4]如果直线的斜率为  $k$ ，可知

$$k = mr$$

可以得到圆柱体的质量为

$$m = \frac{k}{r}$$

16. 【答案】 ①. 自由落体运动 ②. 匀速直线运动 ③. 0.05 ④. 1 ⑤. 见解析

【详解】(1) [1]实验中，观察到两球同时落地，说明两球在竖直方向具有相同的运动，而 A 球做自由落体运动，所以说明平抛运动在竖直方向做自由落体运动；

[2]观察到球 1 落到水平板上并击中球 2，说明两球在水平方向具有相同的运动，而球 2 在水平轨道做匀速直线运动，所以说明平抛运动在水平方向做匀速直线运动。

(2) [3]设照相机每隔  $T$  时间曝光一次，竖直方向有

$$\Delta y = gT^2$$

可得



$$T = \sqrt{\frac{\Delta y}{g}} = \sqrt{\frac{L}{g}} = \sqrt{\frac{2.5 \times 10^{-2}}{10}} \text{s} = 0.05 \text{s}$$

[4]水平方向有

$$2L = v_0 T$$

可得小球平抛初速度为

$$v_0 = \frac{2L}{T} = \frac{2 \times 2.5 \times 10^{-2}}{0.05} \text{m/s} = 1 \text{m/s}$$

(3) [5]用卷尺测量管道口的截面直径为  $d$ ，离地高度  $h$ ，污水的水平位移  $x$ ；水做平抛运动，水平方向上做匀速直线运动，竖直方向上做自由落体运动，由平抛运动规律有

$$h = \frac{1}{2} g t^2, \quad x = v_0 t$$

联立解得

$$v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

则该管道的排污量为

$$Q = v_0 S = v_0 \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{x \pi d^2}{4} \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

三、计算题。(本题包括 4 小题，共 40 分。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) 见详解；(2)  $1.5 \times 10^4 \text{N}$ ，900m

【详解】(1) 物体运动的加速度为

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

由  $v^2 - v_0^2 = 2ax$  得

$$v_2^2 - v_1^2 = 2 \frac{F}{m} x$$

得

$$Fx = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

(2) 若不计滑行过程中所受的阻力，由动能定理可得

$$Fl = \frac{1}{2} m v^2$$

解得

$$F = 1.5 \times 10^4 \text{N}$$

若滑行过程中有阻力作用，由动能定理可得



$$(F - f)x = \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$x = 900\text{m}$$

18. 【答案】(1) 0.6m; (2) -3J; (3) 18N

【详解】(1) 小滑块从  $B$  点出发做平抛运动, 根据平抛运动的规律得  
水平方向

$$x = vt$$

竖直方向

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

解得

$$x = 0.6\text{m}$$

(2) 小滑块由  $A$  到  $B$  的过程中, 根据动能定理得

$$mgR + W = \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$W = -3\text{J}$$

(3) 小滑块在圆弧轨道底端  $B$  点受重力和支持力, 根据牛顿第二定律得

$$F_N - mg = m\frac{v^2}{R}$$

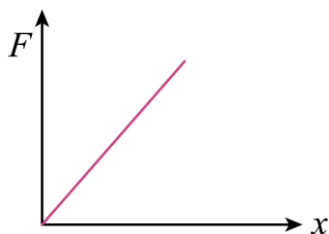
解得

$$F_N = 18\text{N}$$

19. 【答案】(1) 图见详解,  $W = \frac{kx^2}{2}$ ; (2)  $x_1 = \frac{mg}{k}$ ,  $E_{kB} = mgh + \frac{m^2g^2}{2k}$ ; (3)

$$F_D = mg + \sqrt{m^2g^2 + 2kmgh}$$

【详解】(1) 根据胡克定律  $F = kx$  作图如下



图线与坐标轴所围面积大小等于弹力做功大小, 则

$$W = S = \frac{Fx}{2} = \frac{kx^2}{2}$$

(2) 乙图中  $B$  点速度达到最大值, 有

$$kx_1 = mg$$





解得

$$x_1 = \frac{mg}{k}$$

小球下落到  $B$  点对应位置由动能定理可得

$$mg(h+x_1) - \frac{kx_1^2}{2} = E_{kB}$$

解得

$$E_{kB} = mgh + \frac{m^2 g^2}{2k}$$

(3)  $D$  点时有

$$mg(h+x_2) = \frac{kx_2^2}{2}$$

解得

$$x_2 = \frac{mg + \sqrt{m^2 g^2 + 2kmgh}}{k}$$

所以弹力为

$$F_D = kx_2 = mg + \sqrt{m^2 g^2 + 2kmgh}$$

20. 【答案】(1)  $\frac{v^2}{2h}$ ,  $\frac{v^2 R^2}{2hG}$ ; (2)  $v\sqrt{\frac{R}{2h}}$ ; (3)  $\frac{M}{(L+r)^2} + \frac{m_0}{r^2} = \frac{M(L+r)}{L^3}$

【详解】(1) 由  $v^2 = 2gh$  得

$$g = \frac{v^2}{2h}$$

在月球表面或附近有

$$mg = \frac{Gm_0 m}{R^2}$$

解得

$$m_0 = \frac{gR^2}{G} = \frac{v^2 R^2}{2hG}$$

(2) 近月卫星有

$$\frac{Gm_0 m}{R^2} = \frac{mv_1^2}{R}$$

解得

$$v_1 = \sqrt{\frac{Gm_0}{R}} = v\sqrt{\frac{R}{2h}}$$

(3) 中继卫星仅在地球和月球的万有引力作用下保持与地球和月球的相对位置不变, 即中继卫星绕地球



公转的角速度与月球公转角速度相同

$$\frac{GMm_0}{L^2} = m_0\omega^2 L$$

解得

$$\omega = \sqrt{\frac{GM}{L^3}}$$

地球对中继卫星的引力与月球对中继卫星的引力可近似为同向，所以

$$\frac{GMm}{(L+r)^2} + \frac{Gm_0m}{r^2} = m\omega^2(L+r)$$

解得

$$\frac{M}{(L+r)^2} + \frac{m_0}{r^2} = \frac{M(L+r)}{L^3}$$