

# 2023 北京东城高一（下）期末

## 物 理

本试卷共 8 页，共 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

### 第一部分

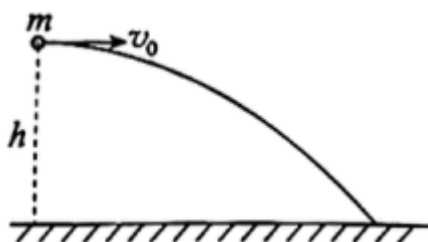
本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 某物体做曲线运动，下列说法正确的是（ ）

- A. 曲线运动是一种变速运动
- B. 做曲线运动的物体，其加速度一定改变
- C. 做曲线运动的物体，其速度大小一定变化
- D. 物体做曲线运动的条件是所受合力与初速度方向不同

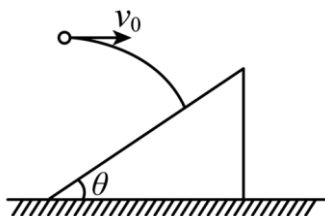


2. 小球做如图所示的平抛运动，其在空中运动的时间由哪个选项中的数据决定（ ）

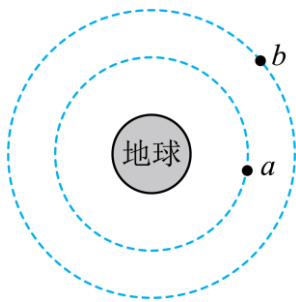


- A. 小球质量  $m$
- B. 水平射程  $x$
- C. 初速度大小  $v_0$
- D. 高度  $h$  和当地重力加速度  $g$

3. 如图所示，某物体（可视为质点）以水平初速度抛出，飞行一段时间  $t = \sqrt{3}$  s 后，垂直地撞在倾角  $\theta = 30^\circ$  的斜面上（ $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ），由此计算出物体的水平位移  $x$  和水平初速度  $v_0$  分别是（ ）

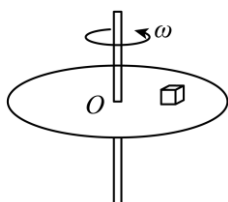


- A.  $x = 25\text{m}$
  - B.  $x = 5\sqrt{21}\text{m}$
  - C.  $v_0 = 10\text{m/s}$
  - D.  $v_0 = 20\text{m/s}$
4. 围绕地球做匀速圆周运动的两颗卫星  $a$ 、 $b$ ，如图所示，则（ ）



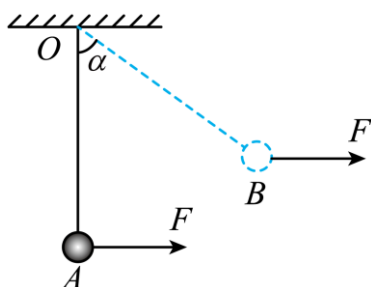
- A.  $a$  的线速度比  $b$  的小
- B.  $a$  的角速度比  $b$  的小
- C.  $a$  的运行周期比  $b$  的长
- D.  $a$  的加速度比  $b$  的大

5. 如图所示，绕竖直轴以某一角速度匀速转动的水平圆盘上放着质量为  $m$  的物块，物块与圆盘保持相对静止。若物块与圆盘之间的动摩擦因数为  $\mu$ ，重力加速度为  $g$ ，则下列说法正确的是（ ）



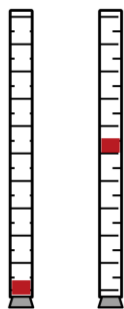
- A. 物块受到重力、支持力和向心力三个力的作用
- B. 物块受到的摩擦力大小一定等于  $\mu mg$
- C. 物块所受摩擦力的方向指向转轴  $O$  点
- D. 物块所受摩擦力对物块做负功

6. 不可伸长的细线下端系一小球，上端悬挂在固定点  $O$ 。现用水平力  $F$  缓慢地将小球从最低点  $A$  拉至如图所示的位置  $B$ 。则小球从  $A$  点运动到  $B$  点的过程中（ ）



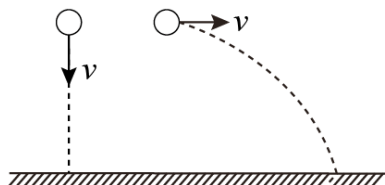
- A. 力  $F$  先增大后减小
- B. 细线对小球做负功
- C. 小球的机械能守恒
- D. 力  $F$  对小球做正功

7. 如图所示的实验中，将玻璃管竖直倒置后，在红蜡块沿玻璃管匀速上升的过程中，玻璃管在水平方向运动。关于红蜡块相对于地面的运动，下列说法正确的是（ ）



- A. 若玻璃管水平向右运动，红蜡块在竖直平面内一定做直线运动
- B. 若玻璃管水平向右运动，红蜡块在竖直平面内一定做曲线运动
- C. 若玻璃管水平向右匀速运动，红蜡块在竖直平面内一定做直线运动
- D. 若玻璃管水平向右加速运动，红蜡块在竖直平面内一定做直线运动

8. 如图所示，把两个相同的小球从离地面相同高度处，以相同大小的初速度  $v$  分别沿竖直向下和水平方向抛出，不计空气阻力，则下列说法正确的是（ ）



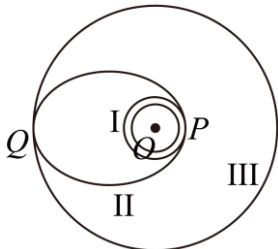
- A. 两小球落地时速度相同
- B. 两小球落地时，重力的瞬时功率相等
- C. 从小球抛出到落地，重力对两小球做的功不相等
- D. 从小球抛出到落地，重力对两小球做功的平均功率不相等



9. “月地检验”是想验证“地球与月球间的作用力”与“地球对苹果的吸引力”是同种性质的力。在已知月地距离约为地球半径 60 倍的情况下，需要验证（ ）

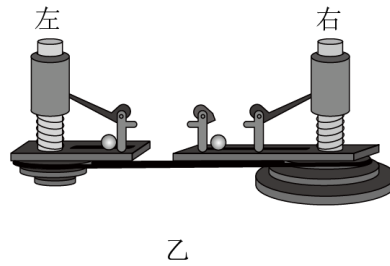
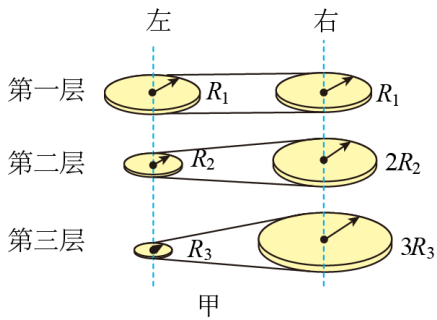
- A. 月球表面的自由落体加速度约为地球表面的  $\frac{1}{6}$
- B. 苹果在月球表面受到的引力约为在地球表面的  $\frac{1}{60}$
- C. 月球公转的加速度约为苹果落向地面加速度的  $\frac{1}{60^2}$
- D. 地球吸引月球的力约为地球吸引苹果的力的  $\frac{1}{60^2}$

10. 发射同步卫星时先将卫星送到近地圆轨道 I，然后进入停泊轨道 II，并在该椭圆轨道上稳定运行一段时间后，最后发射到同步卫星圆轨道 III。P 点为轨道 I 和 II 的切点，Q 为轨道 II 和 III 的切点。下列说法正确的是（ ）



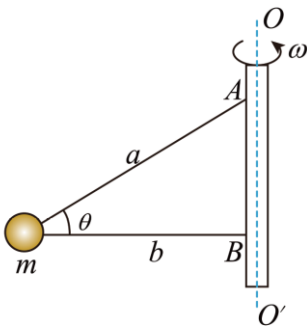
- A. 卫星由轨道 I 进入轨道 II 需要在 P 点减速
- B. 卫星由轨道 II 进入轨道 III 需要在 Q 点减速
- C. 卫星在轨道 II 上从 P 点到 Q 点过程中，万有引力对卫星不做功
- D. 卫星在轨道 II 上从 P 点到 Q 点过程中，万有引力对卫星做负功

11. 向心力演示器中三层塔轮的尺寸关系如图甲所示。把两个质量相同的小钢球分别放在长槽和短槽内，皮带处于塔轮第一层如图乙所示。稳定地摇动手柄使它们做匀速圆周运动，由此可以探究（ ）



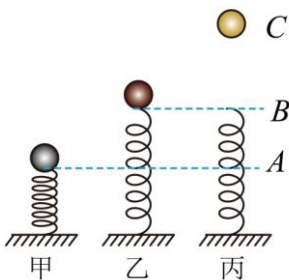
- A. 向心力的大小与质量的关系
- B. 向心力的大小与轨道半径的关系
- C. 向心力的大小与角速度的关系
- D. 角速度与周期的关系

12. 如图所示，质量为  $m$  的小球由不可伸长的轻绳  $a$  和  $b$  分别系于一轻质细杆的  $A$  点和  $B$  点，当轻杆绕轴  $OO'$  以角速度  $\omega_0$  匀速转动时，小球在水平面内做匀速圆周运动， $a$  绳与水平面成  $\theta$  角， $b$  绳平行于水平面，此时  $b$  绳张紧且绳拉力不等于零。当  $\omega > \omega_0$  时，随着  $\omega$  的缓慢增大，则下列说法正确的是（ ）



- A.  $a$  绳上拉力不变， $b$  绳上拉力增大
- B.  $a$  绳上拉力减小， $b$  绳上拉力增大
- C.  $a$  绳上拉力增大， $b$  绳上拉力不变
- D.  $a$  绳上拉力增大， $b$  绳上拉力减小

13. 把一定质量的小球放在竖直放置的轻弹簧上，并把小球往下按至  $A$  位置，如图甲所示。迅速松手由静止释放小球，弹簧把小球弹起，小球升至最高位置  $C$ （图丙），途中经过位置  $B$  时弹簧正好恢复原长（图乙）。弹簧质量和空气阻力均可忽略。下列说法正确的是（ ）



- A. 经过  $B$  点时，小球的动能最大
- B.  $A$  到  $B$  的过程中，小球先加速后减速

C.  $A$  到  $C$  的过程中, 小球的机械能守恒

D.  $A$  到  $B$  的过程中, 弹簧弹力做功等于小球动能增量

14. 2019 年春节档, 科幻电影《流浪地球》红遍大江南北. 电影讲述的是太阳即将毁灭, 人类在地球上建造出巨大的推进器, 使地球经历停止自传、加速逃逸、匀速滑行、减速入轨等阶段, 最后成为新恒星(比邻星)的一颗行星的故事. 假设几千年后地球流浪成功, 成为比邻星的一颗行星, 设比邻星的质量为太阳质量的

$\frac{1}{8}$ , 地球质量在流浪过程中损失了  $\frac{1}{10}$ , 地球绕比邻星运行的轨道半径为地球绕太阳运行轨道半径的

$\frac{1}{2}$ , 则下列说法不正确的是 ( )

A. 地球绕比邻星运行的公转周期和绕太阳的公转周期相同

B. 地球绕比邻星运行的向心加速度是绕太阳运行时向心加速度的  $\frac{1}{2}$

C. 地球与比邻星的万有引力为地球与太阳间万有引力的  $\frac{9}{20}$

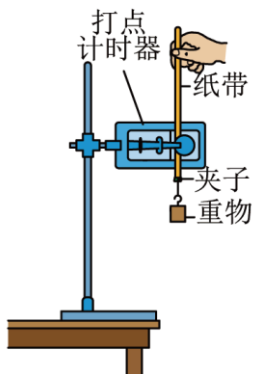
D. 地球绕比邻星运行的动能是绕太阳运行时动能的  $\frac{1}{4}$



## 第二部分

本部分共 6 题, 共 58 分。

15. 小红同学采用如图甲所示的实验装置做“验证机械能守恒定律”实验。



图甲

(1) 在实验过程中, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

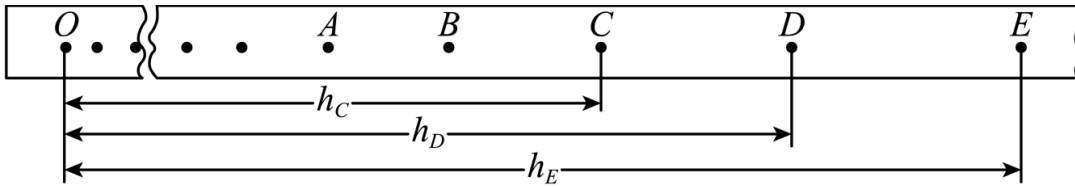
A. 实验时应先接通打点计时器的电源再释放纸带

B. 天平、打点计时器和刻度尺是实验中必须使用的器材

C. 释放纸带时, 纸带应处于竖直方向

D. 实验中应选用密度大的物体作为重物

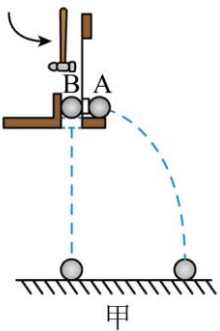
(2) 在一次实验中, 重物自由下落, 在纸带上打出一系列的点, 如图乙所示. 在纸带上选取连续打出的 5 个点  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ . 测得  $C$ 、 $D$ 、 $E$  三个点到起始点  $O$  的距离分别为  $h_C$ 、 $h_D$ 、 $h_E$ . 已知当地重力加速度为  $g$ , 打点计时器打点的周期为  $T$ . 设重物的质量为  $m$ , 则从打下  $O$  点到打下  $D$  点的过程中, 重物的重力势能的减少量为\_\_\_\_\_, 动能增加量为\_\_\_\_\_. (用上述测量量和已知量的符号表示). 分析多组实验结果发现物体的重力势能减小量  $\Delta E_p$  略大于动能增加量  $\Delta E_k$ , 这是因为\_\_\_\_\_。



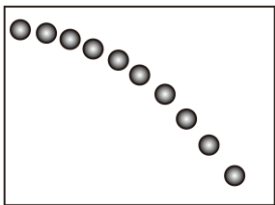
图乙

16. 平抛运动的轨迹是曲线，我们可以把复杂的曲线运动分解为两个相对简单的直线运动。按照这个思路，分别研究做平抛运动的物体在竖直方向和水平方向的运动特点。

(1) 如图甲所示，用小锤打击弹性金属片，A 球沿水平方向抛出，同时 B 球由静止自由下落，可观察到两小球同时落地；分别改变小球距地面的高度和打击的力度，多次实验，都能观察到两小球同时落地。根据实验，\_\_\_\_\_（选填“能”或“不能”）判断出 A 球在竖直方向做自由落体运动；\_\_\_\_\_（选填“能”或“不能”）判断出 A 球在水平方向做匀速直线运动。

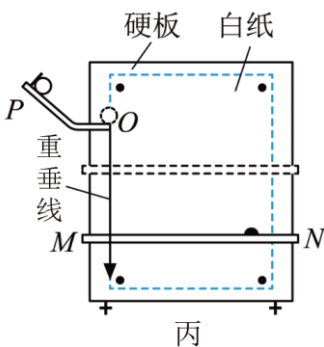


(2) 还可以用频闪照相的方法研究平抛运动水平分运动的特点。图乙所示的频闪照片中记录了做平抛运动的小球每隔相等时间的位置。有同学完成必要的测量后认为，小球在水平方向做匀速直线运动，其判断依据是\_\_\_\_\_。



乙

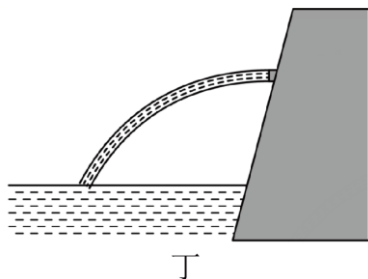
(3) 某同学设计了如图丙所示实验装置，利用前边研究的结论计算小球做平抛运动的初速度。实验中，为了保证钢球从 O 点飞出的初速度是水平方向且大小一定，下列实验条件必须满足的是\_\_\_\_\_。



- A. 斜槽轨道光滑
- B. 斜槽轨道末端水平

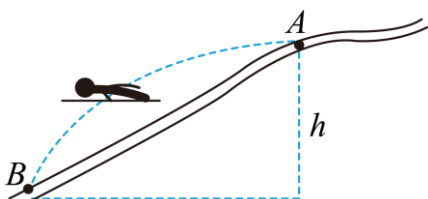
C.每次从斜槽上相同的位置无初速度释放钢球

(4) 在生活中利用平抛运动的知识还可以估测水平排污管的污水流量，如图丁所示，该圆柱形管道污水出口处于水平方向，距离地面有一定的高度，重力加速度为  $g$ ，请你设计实验，仅用卷尺（分度值为  $1\text{mm}$ ，量程为  $5\text{m}$ ）估测流量  $Q$ ，简要写出实验方案以及需要测量的物理量，并用所测量的物理量推导流量  $Q$  的表达式。\_\_\_\_\_（流量  $Q$  为单位时间流过管道出口截面的液体体积）



17. 跳台滑雪是一项勇敢者的运动，运动员穿专用滑雪板，在滑雪道上获得一定速度后从跳台飞出，在空中飞行一段距离后着陆。如图所示，运动员从跳台  $A$  处以  $v_0=15\text{m/s}$  的速度沿水平方向飞出，经过  $t=2.0\text{s}$  在斜坡  $B$  处着陆。运动员可视为质点，空气阻力不计，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1)  $AB$  之间的高度差  $h$ ；
- (2)  $AB$  之间的距离  $l_{AB}$ ；
- (3) 着陆时运动员的速度大小  $v_1$ 。



18. 如图所示， $AB$  段为表面粗糙的水平面，其长度  $L$  为  $1.0\text{m}$ ，动摩擦因数为  $0.2$ ，竖直平面内的光滑半圆形轨道下端与水平面  $B$  点相切， $B$ 、 $C$  分别为半圆形轨道的最低点和最高点，光滑斜面与水平面通过一小段光滑的圆弧相连。质量  $m=0.5\text{kg}$  的小滑块（可视为质点）从斜面  $O$  点由静止开始释放，经过  $AB$  段到达圆弧轨道最低点  $B$  随后沿半圆形轨道运动，恰好能通过  $C$  点。已知半圆形轨道半径  $R=0.40\text{m}$ ，取重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ ，求：

- (1) 滑块运动到  $C$  点时速度的大小  $v_C$ ；
- (2) 滑块运动到  $B$  点时的动能；
- (3) 起始点  $O$  到水平面  $AB$  的高度  $h$ 。

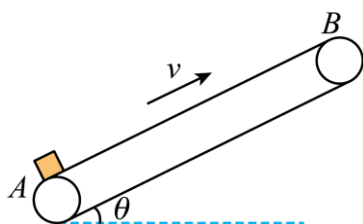


19. 利用如图所示的传送带由低处向高处运送货物，将货物由传送带最低端  $A$  处静止释放，货物先做匀加速运动，后做匀速运动到  $B$  点，已知货物质量为  $m$ 、传送带速度大小为  $v$ ，传送带与水平方向夹角为  $\theta$ ，传送带与货物间的动摩擦因数为  $\mu$  ( $\mu > \tan\theta$ )， $AB$  间距离为  $l$ ，重力加速度为  $g$ 。电动机与传送带间不发生相对



滑动，则在货物从  $A$  运送到  $B$  的过程中，求：

- (1) 货物做匀加速运动的加速度大小  $a$ ；
- (2) 传送带对货物所做的功  $W$ ；
- (3) 在运送货物  $m$  过程中，传送带与货物间摩擦产生的热量  $Q$ 。

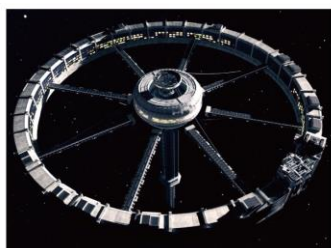


20. 中国天宫空间站全面建成，承担各项在轨科学实验任务。已知空间站在距离地球表面高度为  $h$  处做匀速圆周运动，地球质量为  $M$ ，地球半径为  $R$ ，万有引力常数为  $G$ 。不考虑地球的自转。求：

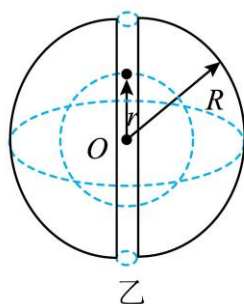
- (1) 空间站绕地球做匀速圆周运动的周期  $T$ ；
- (2) 航天员在空间站长期处于失重状态，为缓解此状态带来的不适，科学家设想建造一种环形空间站，如图甲所示。半径为  $r_0$  的圆环绕中心轴匀速旋转，航天员（可视为质点）站在圆环内的外侧壁上，随着圆环空间站做圆周运动，可受到与他站在地球表面时相同大小的支持力。求圆环转动的角速度大小  $\omega$ 。
- (3) 将地球视为质量均匀分布的固体球。通过地球的南北两极打通一个如图乙所示的真空隧道。把一个质量为  $m$  的小球从北极的隧道口由静止释放，用  $r$  表示小球到地心的距离， $F$  表示小球受到的万有引力的大小。已知质量均匀分布的球壳对球壳内任一位置处的物体的万有引力为零。

①在图丙中定性画出  $F$  随  $r$  ( $0 \leq r \leq R$ ) 变化的关系图；

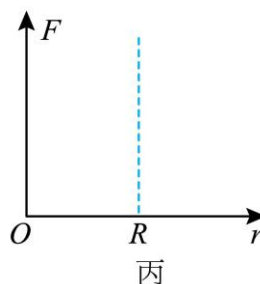
②求小球运动到地球球心  $O$  的速度大小  $v_0$ 。



甲



乙



丙



# 参考答案

## 第一部分

本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 【答案】A

【详解】A. 曲线运动的速度方向一直在变化，故曲线运动是一种变速运动，故 A 正确；

BD. 物体做曲线运动的条件是所受合力与初速度方向不共线，合力可以是恒力，即加速度不变，故 BD 错误；

C. 当合力始终与速度方向垂直时，做曲线运动的物体速度方向发生改变，但速度的大小不变，故 C 错误。故选 A。

2. 【答案】D

【详解】平抛运动竖直方向做自由落体运动，根据公式

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

解得

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

可知在空中运动的时间由高度  $h$  和当地重力加速度  $g$  决定。

故选 D。

3. 【答案】C

【详解】物体撞在斜面上时竖直分速度

$$v_y = gt = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$$

将速度进行分解，根据平行四边形定则知

$$\tan 30^\circ = \frac{v_0}{v_y}$$

解得

$$v_0 = 10\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

则水平位移

$$x = v_0 t = 10 \times \sqrt{3} \text{ m} = 10\sqrt{3} \text{ m}$$

故 C 正确，ABD 错误。

故选 C。

4. 【答案】D

【详解】A. 根据牛顿第二定律得



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

解得

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

$a$  的线速度比  $b$  的大，故 A 错误；

B. 根据牛顿第二定律得

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

解得

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

$a$  的角速度比  $b$  的大，故 B 错误；

C. 根据牛顿第二定律得

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

解得

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

$a$  的运行周期比  $b$  的短，故 C 错误；

D. 根据牛顿第二定律得

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma$$

解得

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

$a$  的加速度比  $b$  的大，故 D 正确。

故选 D。

5. 【答案】C

【详解】A. 物块受到重力、支持力和静摩擦力三个力的作用，A 错误；

B. 物块受到的摩擦力是静摩擦力，其大小不一定等于  $\mu mg$ ，角速度越大，静摩擦力越大，B 错误；

C. 物块所受摩擦力的方向指向转轴  $O$  点，提供向心力，C 正确；

D. 物块沿半径方向没有位移，摩擦力对物块不做功，D 错误。

故选 C。

6. 【答案】D

【详解】A. 根据平衡条件得



$$F = mg \tan \alpha$$

小球从  $A$  点运动到  $B$  点的过程中,  $\alpha$  增大,  $F$  增大,  $A$  错误;

$B$ . 细线的拉力与小球的运动方向垂直, 细线的拉力对小球不做功,  $B$  错误;

$CD$ . 拉力  $F$  的方向与小球的运动方向成锐角, 对小球做正功, 小球的机械能增大,  $C$  错误,  $D$  正确。

故选  $D$ 。

### 7. 【答案】C

【详解】 $C$ . 若玻璃管水平向右匀速运动, 蜡块所受合外力为零, 加速度为零, 红蜡块在竖直平面内做匀速直线运动, 故  $C$  正确;

$ABD$ . 若玻璃管水平向右加速运动, 蜡块的合外力水平向右, 加速度水平向右, 初速度竖直向上, 做曲线运动, 故  $ABD$  错误。

故选  $C$ 。

### 8. 【答案】D

【分析】

【详解】 $A$ . 根据动能定理, 可知, 两小球落地时速度大小相等, 但方向不同,  $A$  错误;

$B$ . 根据动能定理, 可知, 两小球落地速度大小相等, 但是两球的竖直分速度不相等, 所以重力的瞬时功率不相等,  $B$  错误;

$C$ . 从小球抛出到落地, 重力做功相同,  $C$  错误;

$D$ . 速度竖直向下的小球落地时间较短, 而重力做功相同, 所以重力做功的平均功率较大,  $D$  正确。

故选  $D$ 。

### 9. 【答案】C

【详解】“月-地检验”是检验地球上的物体受到地球的引力与月球受到地球的引力是否同一性质的力, 在地球表面上

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

在月球所在位置

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

可得

$$\frac{a}{g} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{1}{60^2}$$

因此需要验证月球公转的加速度约为苹果落向地面加速度的  $\frac{1}{60^2}$ 。

故选  $C$ 。

### 10. 【答案】D

【详解】 $A$ . 卫星由轨道I进入轨道II需要在  $P$  点加速升轨, 故  $A$  错误;

$B$ . 卫星由轨道II进入轨道III需要在  $Q$  点加速升轨, 故  $B$  错误;



CD. 卫星在轨道II上从  $P$  点到  $Q$  点过程中, 速度减小, 卫星只受到万有引力作用, 根据动能定理可知万有引力对卫星做负功, 故 C 错误, D 正确。

故选 D。

11. 【答案】B

【详解】ABC. 把两个质量相同的小钢球分别放在长槽和短槽内, 表明两个小球的质量相同, 做圆周运动的半径不同; 皮带处于塔轮第一层, 线速度相同, 塔轮的半径相同, 根据  $v = \omega R$ , 两个小球的角速度相同; 根据  $F = m\omega^2 r$ , 两个小球的质量和角速度相同, 由此可以探究向心力大小与轨道半径的关系, AC 错误, B 正确;

D. 根据  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ , 两个小球的角速度相同, 则两个小球的周期也相同, 即两个小球的角速度和周期都相

同, 无法探究角速度与周期的关系, D 错误。

故选 B。

12. 【答案】A

【详解】竖直方向根据平衡条件得

$$F_a \cos \theta = mg$$

解得

$$F_a = \frac{mg}{\cos \theta}$$

当  $\omega > \omega_0$  时, 随着  $\omega$  的缓慢增大, 细绳 a 的拉力不变;

水平方向根据牛顿第二定律得

$$F_b + F_a \cos \theta = m\omega^2 r$$

当  $\omega > \omega_0$  时, 随着  $\omega$  的缓慢增大,  $F_a$  不变,  $\theta$  不变, 细绳 b 的拉力增大。

故选 A。

13. 【答案】B

【详解】A. 设经过  $B$  点下方的  $D$  点时, 小球受到的弹力等于重力, 此时小球的合力为零, 速度最大, 动能最大, 故 A 错误;

B.  $A$  到  $B$  的过程中, 弹簧弹力先大于重力, 小球先做加速运动, 当小球受到的弹力等于重力, 小球速度达到最大, 之后弹簧弹力小于重力, 小球做减速运动, 故 B 正确;

C.  $A$  到  $B$  的过程中, 弹簧的弹力对小球做正功, 小球的机械能增加;  $B$  到  $C$  的过程中, 小球的机械能守恒, 故 C 错误;

D. 根据功和能的关系,  $A$  到  $B$  的过程中, 弹簧弹力做功等于小球动能增量与重力势能增量之和, 故 D 错误。

故选 B。

14. 【答案】D

【详解】A. 万有引力提供向心力, 由牛顿第二定律得



$$G \frac{Mm}{r^2} = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$

解得公转周期

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

则地球绕比邻星（记为 1）运行的公转周期与绕太阳（记为 2）的公转周期之比

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\left( \frac{r_1}{r_2} \right)^3 \times \frac{M_2}{M_1}} = 1$$

即公转周期： $T_1 = T_2$ ，故选项 A 不合题意；

B. 万有引力提供向心力，由牛顿第二定律得

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma$$

解得向心加速度

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

则地球绕比邻星运行的向心加速度与绕太阳运行时向心加速度之比

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{M_1}{M_2} \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2 = \frac{1}{2}$$

故选项 B 不合题意；

C. 万有引力

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

地球与比邻星的万有引力和地球与太阳间万有引力之比

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{9}{10} ma_1}{ma_2} = \frac{9}{20}$$

故选项 C 不合题意；

D. 万有引力提供向心力，由牛顿第二定律

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

动能

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

地球绕比邻星运行的动能与绕太阳运行时动能之比

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{1}{8} \times \frac{9}{10} \times \frac{2}{1} = \frac{9}{40}$$



故选项 D 符合题意.

## 第二部分

本部分共 6 题, 共 58 分.

15. 【答案】 ①. ACD ②.  $mgh_D$  ③.  $\frac{m(h_E - h_C)^2}{8T^2}$  ④. 物体受到空气阻力, 纸带与限位孔之间有摩擦

力

【详解】(1) [1] A. 实验时应先接通打点计时器的电源再释放纸带, A 正确;

B. 根据机械能守恒定律得

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

解得

$$gh = \frac{1}{2}v^2$$

如果上式成立, 则机械能守恒, 不需要天平测量质量, B 错误;

C. 释放纸带时, 纸带应处于竖直方向, 减小纸带与限位孔之间的摩擦力, C 正确;

D. 为了减小空气阻力产生的误差, 实验中应选用密度大的物体作为重物, D 正确。

故选 ACD。

(2) [2]重物的重力势能的减少量为

$$\Delta E_p = mgh_D$$

[3]动能增加量为

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_D^2$$

$$v_D = \frac{h_E - h_C}{2T}$$

解得

$$\Delta E_k = \frac{m(h_E - h_C)^2}{8T^2}$$

[4]分析多组实验结果发现物体的重力势能减小量  $\Delta E_p$  略大于动能增加量  $\Delta E_k$ , 这是因为物体受到空气阻力, 纸带与限位孔之间有摩擦力。

16. 【答案】 ①. 能 ②. 不能 ③. 小球每隔相等时间水平方向运动的距离相等 ④. BC##CB ⑤.

$$Q = \frac{\pi D^2 L}{4} \sqrt{\frac{g}{2H}}$$

【详解】(1) [1]本实验中 A 做平抛运动, B 做自由落体运动, 每次两球都同时落地, 说明 A 竖直方向的分运动是自由落体运动;

[2]本实验将 A 的做平抛运动与竖直方向下落的 B 的运动对比, 只能说明 A 竖直方向运动情况, 不能反映 A 水平方向的运动情况;



(2) [3]小球每隔相等时间水平方向运动的距离相等可知小球在水平方向做匀速直线运动;

(3) [4] A. 斜槽轨道没必要光滑, 只要小球到达底端的速度相等即可, 故 A 错误;

B. 斜槽轨道末端必须水平, 以保证钢球从  $O$  点飞出的初速度是水平方向, 故 B 正确;

C. 每次必须由同一位置从静止释放小球, 以保证到达底端的速度相同, 故 C 正确;

故选 BC。

(4) [5]实验方案:

1. 用卷尺量取管道污水出口与地面的高度  $H$ ;

2. 用卷尺量取管道污水出口落水点与污水出水口的水平距离  $L$ ;

3. 用卷尺量取管道污水出口的直径  $D$ 。

从管道污水出口排出的污水竖直方向有

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

从管道污水出口排出的污水水平方向有

$$L = vt$$

流量  $Q$  的表达式

$$Q = Sv = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 L \sqrt{\frac{g}{2H}} = \frac{\pi D^2 L}{4} \sqrt{\frac{g}{2H}}$$

17. 【答案】(1)  $h = 20\text{m}$ ; (2)  $l_{AB} = 10\sqrt{13}\text{m}$ ; (3)  $v_1 = 25\text{m/s}$

【详解】(1) 运动员竖直方向做自由落体运动

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2.0^2 \text{m} = 20\text{m}$$

(2) 运动员水平方向做匀速直线运动

$$x = v_0 t = 15 \times 2.0\text{m} = 30\text{m}$$

$AB$  之间的距离  $l_{AB}$

$$l_{AB} = \sqrt{h^2 + x^2} = \sqrt{20^2 + 30^2} \text{m} = 10\sqrt{13}\text{m}$$

(3) 着陆时运动员的速度大小  $v_1$  满足

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2} = \sqrt{15^2 + 20^2} \text{m/s} = 25\text{m/s}$$

18. 【答案】(1)  $2\text{m/s}$ ; (2)  $2\sqrt{5}\text{m/s}$ ; (3)  $1.2\text{m}$

【详解】(1) 滑块恰好通过最高点时, 重力刚好提供向心力, 则有

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

解得

$$v_C = \sqrt{gR} = 2\text{m/s}$$

(2) 滑块从  $B$  到  $C$  的过程只有重力做功, 满足机械能守恒, 则有





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

解得

$$v_B = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$$

(3) 滑块从  $O$  到  $B$  的过程, 根据动能定律可得

$$mgh - \mu mgL = \frac{1}{2}mv_B^2$$

解得

$$h = 1.2 \text{ m}$$

19. 【答案】(1)  $a = \mu g \cos \theta - g \sin \theta$ ; (2)  $W = mgl \sin \theta + \frac{1}{2}mv^2$ ; (3)  $Q = \frac{\mu mg \cos \theta v^2}{2\mu g \cos \theta - 2g \sin \theta}$

【详解】(1) 由受力分析可知

$$\mu mg \cos \theta - mg \sin \theta = ma$$

解得

$$a = \mu g \cos \theta - g \sin \theta$$

(2) 由动能定理可知

$$W - mgl \sin \theta = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

解得

$$W = mgl \sin \theta + \frac{1}{2}mv^2$$

(3) 货物加速阶段

$$t = \frac{v}{a} = \frac{v}{\mu g \cos \theta - g \sin \theta}$$

货物加速阶段传送带的位移为

$$s_1 = vt = \frac{v^2}{\mu g \cos \theta - g \sin \theta}$$

货物加速阶段货物的位移为

$$s_2 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{v^2}{2\mu g \cos \theta - 2g \sin \theta}$$

在运送货物  $m$  过程中, 传送带与货物间摩擦产生的热量  $Q$  为

$$Q = fd = \mu mg \cos \theta (s_1 - s_2) = \frac{\mu mg \cos \theta v^2}{2\mu g \cos \theta - 2g \sin \theta}$$

20. 【答案】(1)  $2\pi \frac{(R+h)}{R} \sqrt{\frac{(R+h)}{g}}$ ; (2)  $\sqrt{\frac{g}{r}}$ ; (3) ①见解析, ②  $\sqrt{\frac{GM}{R}}$



【详解】(1)空间站绕地球做匀速圆周运动,根据万有引力提供向心

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h)$$

不考虑地球自转,质量为  $m_0$  的物体,在地球表面的重力等于万有引力,即

$$m_0 g = G \frac{Mm_0}{R^2}$$

可得

$$T = 2\pi \frac{(R+h)}{R} \sqrt{\frac{(R+h)}{g}}$$

(2)当航天员随空间站一起自转且加速度为  $g$  时,可获得与地球表面相同的重力有

$$F_n = m_0 g$$

旋转舱内的侧壁对航天员的支持力提供航天员绕中轴匀速转动的向心力有

$$F_n = m_0 \omega^2 r$$

解得

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{r}}$$

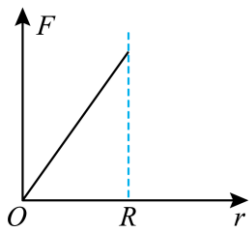
(3) ①由质量均匀分布的球壳对球壳内任一位置处的物体的万有引力为零,有当  $r < R$  时,即小球在地球内部,万有引力

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = G \frac{\rho \frac{4}{3} \pi r^3 m}{r^2} = \frac{4}{3} G \pi \rho m r = \frac{GM}{R^3} m r$$

可得  $F$  与  $r$  成正比,故此时的图像为过原点的倾斜直线,

当  $r = R$  时,万有引力达到最大值,

可得  $F$  与  $\frac{1}{r^2}$  成正比,所以  $F$  随  $r$  ( $0 \leq r \leq R$ ) 变化的关系图如下:



②由①可知,从隧道口到地心,小球的万有引力  $F$  的大小随着做功的距离线性减小,速度逐渐增大,当小球到达球心时速度最大,由图像面积可得引力做功公式

$$W = \frac{1}{2} kx^2$$

由上述知其中



$$k = \frac{GM}{R^3} m$$

由动能定理得

$$W = \frac{1}{2} k R^2 = \frac{1}{2} m v_0^2$$

联立得

$$v_0 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

