

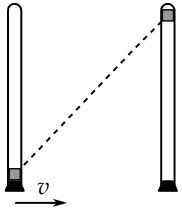


物 理

第一部分（选择题，共 45 分）

一、单项选择题（每小题 3 分，共 15 道小题，共 45 分）

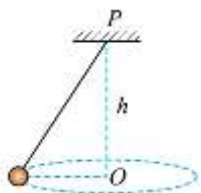
1. 自然界中物体的运动是多种多样的。关于运动与力的关系，下列说法正确的是
- A. 运动的物体，一定受到力的作用
- B. 物体受到的力越大，它的速度就越大
- C. 做曲线运动的物体，加速度一定不为零
- D. 物体在恒力的作用下，不可能做曲线运动
2. 如图所示，竖直放置的两端封闭的玻璃管中注满清水，内有一个红蜡块能在水中匀速上浮。在红蜡块从玻璃管的下端匀速上浮的同时，使玻璃管以速度 v 水平向右匀速运动。红蜡块由玻璃管的下端上升到顶端，所需时间为 t ，相对地面通过的路程为 L 。在 t 时间内下列说法正确的是



- A. v 增大时， L 减小
- B. v 增大时， L 不变
- C. v 增大时， t 减小
- D. v 增大时， t 不变
3. 如图所示，修正带的核心部件是两个半径不同的齿轮，两个齿轮通过相互咬合进行工作， A 和 B 分别为两个齿轮边缘处的点。若两齿轮匀速转动，下列说法正确的是

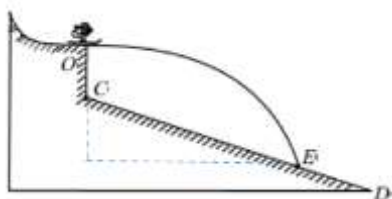


- A. A 、 B 两点的周期大小相等
- B. A 、 B 两点的线速度大小相等
- C. A 、 B 两点的角速度大小相等
- D. A 、 B 两点的向心加速度大小相等
4. 如图所示，质量为 m 的小球用长为 l 的细线悬于 P 点，使小球在水平面内以角速度 ω 做匀速圆周运动。已知小球做圆周运动时圆心 O 到悬点 P 的距离为 h ，小球可视为质点，重力加速度为 g 。下列说法正确的是（ ）



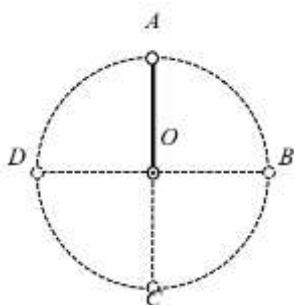
- A. 小球的频率为 $2\pi\omega$ B. 小球的线速度大小为 ωh
- C. 小球受到合力大小为 $\frac{mgh}{l}$ D. 绳对小球的拉力大小为 $m\omega^2 l$

5. 第 24 届冬季奥林匹克运动会在 2022 年由北京市和张家口市联合举办，跳台滑雪是比赛项目之一。如图所示，运动员从跳台边缘的 O 点水平滑出，落到斜坡 CD 上的 E 点。运动员可视为质点，忽略空气阻力的影响，重力加速度已知，则运动员由 O 点出发运动到 E 点过程中下列说法正确得是



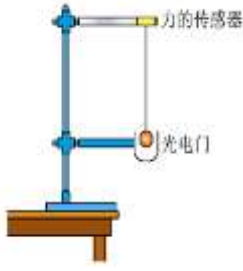
- A. 运动员运动时间仅由 OC 的高度决定
- B. 运动员的落点 E 仅由 OC 的高度决定
- C. 若测出 OE 的水平距离则可计算运动员离开平台时的速度
- D. 若测出运动员空中飞行时间及 OE 的水平距离则可计算出落到 E 点时的速度大小

6. 如图所示，长为 L 的杆一端固定在过 O 点的水平转轴上，另一端固定质量为 m 的小球。杆在电动机的驱动下在竖直平面内旋转，带动小球以角速度 ω 做匀速圆周运动，其中 A 点为最高点， C 点为最低点， B 、 D 点与 O 点等高。已知重力加速度为 g ，下列说法正确的是



- A. 小球在 B 、 D 两点的线速度相同
- B. 小球在 B 、 D 两点受到杆的作用力均等于 mg
- C. 小球在 C 点受到杆的作用力的方向一定沿杆的方向向上
- D. 小球在 A 点对杆的作用力的方向一定沿杆的方向向下

7. 如图所示，某物理兴趣小组设计了验证“向心力与线速度大小关系”的实验装置。测得小钢球的直径为 d ，细线长为 L ，当地的重力加速度为 g 。小钢球悬挂静止不动时，恰好位于光电门中央，力的传感器示数为 F_1 。现将小钢球拉离光电门位置到适当高度，由静止释放小钢球使小钢球自由摆动再次通过光电门，光电门记录小钢球遮光时间 t ，力的传感器示数最大值为 F_2 ，由此可知



A. $F_2 < F_1$

B. 小钢球经过光电门时的速度为 $\frac{d}{2t}$

C. 小钢球经过光电门时所需向心力为 $F_2 - F_1$

D. 在误差允许的范围内，本实验需要验证小钢球经过光电门时所受合力和所需向心力相等，即 $F_2 =$

$$\frac{F_1 d^2}{(L + \frac{d}{2}) g t^2}$$

8. 木星有 4 颗卫星是伽利略发现的，称为伽利略卫星，其中有两颗卫星的轨道半径之比约为 1:4。根据以上信息可知这两颗卫星的

A. 线速度大小之比约为 2:1

B. 周期之比约为 8:1

C. 向心加速度大小之比约为 4:1

D. 向心力大小之比约为 16:1

9. 我国发射的卫星“墨子号”与“济南一号”均使用了量子技术，“济南一号”比“墨子号”的运行周期短。“济南一号”和“墨子号”绕地球的运动均可视为匀速圆周运动。比较它们的运动，下列说法正确的是

A. “济南一号”的线速度更小

B. “济南一号”的角速度更小

C. “济南一号”的向心加速度更小

D. “济南一号”的运行轨道半径更小

10. 细心的同学会发现商场和超市里安装供顾客上、下楼的电扶梯主要有如图所示两种：台阶式如图甲，斜面式如图乙。下列对某同学分别乘坐两种电梯的过程，描述正确的是



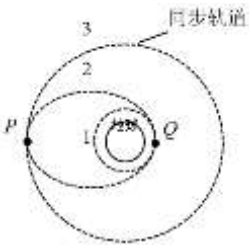
A. 乘坐电梯甲匀速下降时，该同学所受到支持力不做功

B. 乘坐电梯甲加速下降时，该同学所不受摩擦力的作用

C. 乘坐电梯乙匀速上升时，该同学不受到摩擦力作用

D. 乘坐电梯乙加速上升时，该同学受到的摩擦力做正功

11. 如图所示，发射地球同步卫星时，先将卫星发射至近地圆轨道 1，然后经变轨，使其沿椭圆轨道 2 运行，最后再次变轨，将卫星送入同步圆轨道 3。轨道 1、2 相切于 Q 点，轨道 2、3 相切于 P 点。当卫星分别在 1、2、3 轨道上运行时，下列说法正确的是

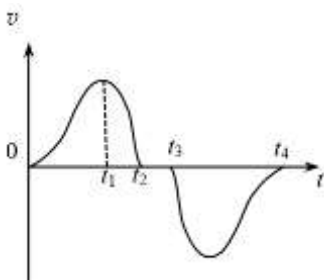


- A. 卫星在轨道 2 上经过 Q 点的速度小于在轨道 1 上经过 Q 点的速度
- B. 卫星在轨道 2 上经过 Q 点的机械能等于在轨道 2 上经过 P 点的机械能
- C. 卫星在轨道 2 上经过 P 点的机械能等于在轨道 3 上经过 P 点的机械能
- D. 卫星在轨道 2 上经过 P 点的加速度小于在轨道 3 上经过 P 点的加速度

12. 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。例如平伸手掌托起物体，由静止开始竖直向上做加速运动，达到某一速度后，立即开始减速，直至速度为零。若整个过程中，手掌和物体之间始终存在相互作用力，下列说法正确的是

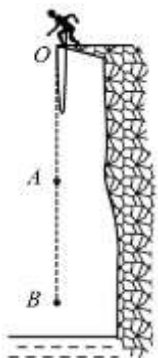
- A. 物体的机械能一直不变
- B. 物体的机械能一直增加
- C. 物体的机械能先增加后减小
- D. 物体的机械能先减小后增加

13. 2023 年，我国“双曲线二号”火箭完成垂直起降飞行试验，意味着运载火箭的可重复使用技术取得了重要突破。试验过程中，火箭持续向下喷射燃气获得竖直向上的推力，若地面测控系统测出火箭竖直起降全过程的 $v-t$ 图像如图所示，火箭在 $t=0$ 时刻离开地面，在 t_4 时刻落回起点。不计空气阻力及火箭质量的变化，下列说法正确的是



- A. 在 t_1 时刻，火箭上升到最高位置
- B. 在 $0 \sim t_1$ 时间内，火箭受到的推力的功率先增大后逐渐减小为零
- C. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内，火箭动能的减少量小于重力势能的增加量
- D. 在 $t_3 \sim t_4$ 时间内，火箭受到的推力先做负功再做正功

14. 如图为“蹦极”运动的示意图。弹性绳的一端固定在 O 点，另一端和人相连。人从 O 点自由下落，至 A 点时弹性绳恰好伸直，继续向下运动到达最低点 B 。不计空气阻力的影响，将人视为质点。则人从 A 点运动到 B 点的过程中，下列说法正确的是



- A. 绳的拉力逐渐增大，人的速度逐渐减小
 - B. 人的重力势能始终减小且始终是负值
 - C. 人动能的减少量等于绳弹性势能的增加量
 - D. 绳对人一直做负功，人的机械能逐渐减小
15. 2023年5月，据中科院力学所的消息，我国 JF-22 超高速风洞研制成功。作为研制新一代飞行器的摇篮，JF-22 超高速风洞可以复现几十千米高空、速度最高达约三十倍声速的飞行条件。若将一小球从风洞中地面上的 A 点竖直向上弹出，小球受到大小恒定的水平风力作用，到达最高点 B 时的动能与 A 点的动能之比为 9:16。小球最后落回到地面上的 C 点。不计空气阻力，重力加速度为 g ，下列说法正确的是
- A. 小球运动的加速度大小为 $a = \frac{5}{4}g$
 - B. 小球从 A 到 B 的过程中动能持续减小
 - C. 小球在空中的最小动能与 A 点的动能之比为 9:16
 - D. 小球从 A 到 B 与从 B 到 C 的过程中所受风力做功相同

第二部分（非选择题，共 55 分）

二、实验探究题（共 3 道小题，共 15 分）

16.（4 分）某同学用如图 1 所示的装置研究平抛运动及其特点。钢球在斜槽轨道某一高度处由静止释放，并从末端水平飞出。在装置中有一个水平放置的可上下调节的倾斜挡板，实验前，先将一张白纸和复写纸固定在装置的背板上。钢球落到挡板上挤压复写纸并在白纸上留下印迹。上下调节挡板，通过多次释放钢球，记录钢球所经过的多个位置。以钢球抛出时球心所在位置为坐标原点 O ，以水平向右和竖直向下分别为 x 轴和 y 轴的正方向，建立直角坐标系，用平滑曲线把这些印迹连接起来，就得到钢球做平抛运动的轨迹如图 2 所示。

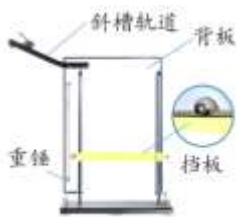


图 1

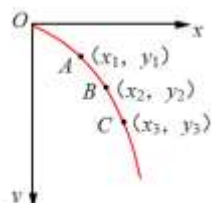


图 2

(1) 对于本实验，下列说法正确的是___。



- A. 每次必须从同一高度由静止释放钢球
- B. 斜槽轨道必须光滑
- C. 挡板必须等间隔上下移动
- D. 装置的背板必须竖直放置

(2) 通过研究得出钢球在竖直方向为自由落体运动之后，为进一步研究钢球在水平方向的运动规律，该同学在轨迹上测出 A 、 B 、 C 三点的坐标分别为 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 和 (x_3, y_3) ，利用以上数据及重力加速度 g 可以计算出小球离开轨道时的速度大小为_____。

17. (5分) 向心力演示器可以探究小球做圆周运动所需向心力 F 的大小与质量 m 、角速度 ω 、轨道半径 r 之间的关系，装置如图 1 所示，两个变速塔轮通过皮带连接。实验时，匀速转动手柄使长槽和短槽分别随相应的变速塔轮匀速转动，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，标尺上黑白相间的等分格显示出两个金属球所受向心力的比值。



图 1

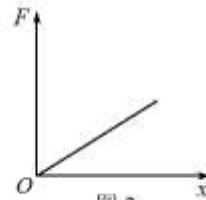


图 2

(1) 在研究向心力 F 的大小与质量 m 、角速度 ω 和半径 r 之间的关系时，我们主要用到的物理方法是_____。

- A. 控制变量法
- B. 等效替代法
- C. 理想实验法

(2) 为了探究金属球的向心力 F 的大小与轨道半径 r 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相同
- C. 应将皮带套在两边半径相等的变速塔轮上

(3) 某同学用传感器测出小球做圆周运动心力 F 的大小和对应的周期 T ，获得多组数据，画出了如图 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_____

18. (6分) 在验证机械能守恒定律的实验中，使质量为 $m=200g$ 的重物自由下落，打点计时器在纸带上打出一系列的点，选取一条符合实验要求的纸带如图 1 所示。 O 为纸带下落的起始点， A 、 B 、 C 为纸带上选取的三个连续点。已知打点计时器每隔 $T=0.02s$ 打一个点，当地的重力加速度为 $g=9.80m/s^2$ ，那么：

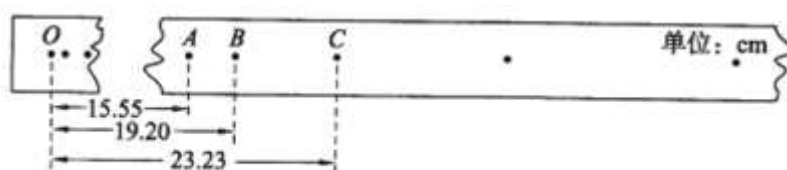


图 1



(1) 在实验操作中出现如图 2 所示的四种情况，其中操作正确的是_____ (填选项下字母)。

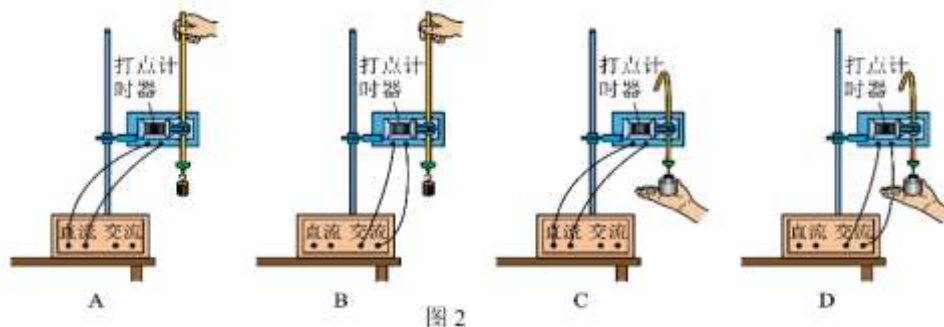


图 2

(2) 计算 B 点瞬时速度时，甲同学用 $v_B^2 = 2gS_{OB}$ ，乙同学用 $v_B = \frac{S_{AC}}{2T}$ 。其中所选择方法正确的是_____ (填“甲”或“乙”)同学。(S_{OB} 与 S_{AC} 分别表示纸带上 O 、 B 和 A 、 C 两点之间的距离)

(3) 同学丙想根据纸带上的测量数据进一步计算重物 and 纸带下落过程中所受的阻力，为此他计算出纸带下落的加速度为_____ m/s^2 (保留三位有效数字)，从而计算出阻力 $f =$ _____ N 。

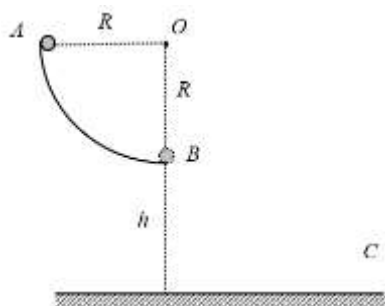
三、论述计算题 (共 5 道小题，共 40 分)

19. (6 分) 某同学利用无人机玩“投弹”游戏。无人机以 $v_0 = 2.0 \text{ m/s}$ 的速度水平向右匀速飞行，在某时刻释放了一个小球。此时无人机到水平地面的距离 $h = 20 \text{ m}$ ，空气阻力忽略不计，取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

- (1) 求小球下落的时间 t ;
- (2) 求小球释放点与落地点之间的水平距离 x ;

20. (8 分) 如图所示为竖直放置的四分之一圆弧轨道， O 点是其圆心，半径 $R = 1.0 \text{ m}$ 。轨道底端距水平地面的高度 $h = 1.25 \text{ m}$ 。从轨道顶端 A 由静止释放一个质量 $m = 0.1 \text{ kg}$ 的小球 (可视为质点)，小球到达轨道底端 B 时，沿水平方向飞出，落地点 C 与 B 点之间的水平距离 $x = 2.5 \text{ m}$ 。忽略空气阻力，重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求：

- (1) 小球运动到 B 点时所受支持力 F_N 的大小；
- (2) 小球落地前瞬间的速度大小 v_C 及方向。





21. (8分) 19世纪末, 有科学家提出了太空电梯的构想: 在赤道上建设一座直到地球同步卫星轨道的高塔, 并在塔内架设电梯。这种电梯可用于发射人造卫星, 其发射方法是将卫星通过太空电梯缓慢地提升到预定轨道高度处, 然后再启动推进装置将卫星从太空电梯发射出去, 使其直接进入预定圆轨道。已知地球质量为 M 、半径为 R 、自转周期为 T , 万有引力常量为 G 。

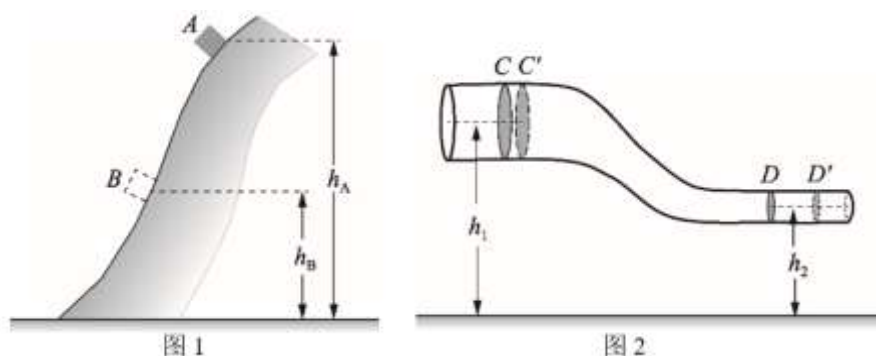
- (1) 求高塔的高度 h_0 ;
- (2) 太空电梯把卫星运送到预定轨道高度后, 需用推进装置将卫星在预定轨道处发射进入预定轨道做匀速圆周运动, 若某次通过太空电梯发射质量为 m 的卫星时, 预定其轨道高度为 h ($h < h_0$)。以地心为参考系, 求推进装置需要做的功 W 。

22. (8分) 传统车辆刹车时使用机械制动方式, 利用刹车装置使车辆受到制动力(即阻力)而减速, 将减小的动能全部转化成内能。有些新能源电动车刹车时会使用一种“再生制动”方式, 该方式在制动时能将汽车减少的动能转化为电能加以储存利用, 这些减少的动能也被称为可回收的动能。

一辆质量为 m 的电动汽车在平直路面上行驶, 某一时刻同时开启机械制动和再生制动, 汽车的速度从 v_1 减为 v_2 的过程, 位移大小为 x_1 ; 此后, 只开启机械制动, 直至汽车停止, 汽车又向前行驶的位移大小为 x_2 。假设机械制动使汽车受到的制动力恒定, 空气阻力不计。

- (1) 求只开启机械制动的过程, 汽车受到的制动力大小 f ;
- (2) 求同时开启机械制动和再生制动的过程, 汽车可回收的动能 $E_{\text{回}}$ 。

23. (10分) 追寻守恒量是物理学的重要研究内容, 在高中阶段我们探索守恒量时, 除了实验手段, 也常借助已有理论来进行分析。已知重力加速度为 g 。



- (1) 如图 1 所示, A 和 B 两位置分别距离地面高度为 h_A 和 h_B , 质量为 m 的物体(可视为质点)在 A 和 B 两位置的速度大小分别为 v_A 和 v_B 。
 - a. 以地面为参考平面, 分别写出物体在 A 和 B 两位置的机械能 E_A 和 E_B ;
 - b. 利用动能定理和重力做功的特点, 证明沿光滑曲面下滑的物块在 A 位置的机械能与在 B 位置的机械能相等。
- (2) 供暖系统、自来水系统都是通过管道运送液体的。管内液体稳定流动时具有这样的特点: ①管



内各处液体体积无法压缩且密度均相同；②管内各处液体流速不随时间改变。

如图 2 所示，选取横截面 C 和横截面 D 之间的液体为研究对象，当 C 处液体流动很小一段距离，到达 C' 时， D 处液体正好流动到 D' 处。已知液体密度为 ρ ， C 处的压强为 p_1 、流速为 u_1 、高度为 h_1 ， D 处的压强为 p_2 、流速为 u_2 、高度为 h_2 ， C 处管道半径为 R ， C 与 C' 间距离为 d ，且 R 、 d 均远远小于 h_2 。不计管道对液体的阻力，不考虑液体的黏滞性。在 C 、 D 间的液体流动至 C' 、 D' 的过程中

- 求横截面 C 左侧液体对研究对象所做的功 W_1 ；
- 求重力对研究对象所做的功 W_G ；
- 研究表明，可运用动能定理对 C 、 D 间的液体进行分析。请依据动能定理探索压强 p 、流速 u 、高度 h 是否也存在着某种守恒的关系。若存在，请写出关系式；若不存在，请说明理由。



参考答案

一、单项选择题（每小题3分，共15道小题，共45分）

1.C 2.D 3.B 4.D 5.D 6.C 7.C 8.A 9.D 10.D 11.B 12. B 13.C
14.D 15.A

二、实验探究题（共3道小题，共15分）

16. (1) AD (漏选1分) (2分)

$$(2) \frac{x_1 \sqrt{\frac{g}{2y_1}} + x_2 \sqrt{\frac{g}{2y_2}} + x_3 \sqrt{\frac{g}{2y_3}}}{3} \quad (2分) \quad (没求平均1分)$$

17. (1) A (1分) (2) C (2分) (3) $\frac{1}{T^2}$ (2分)

18. (1) B (2分) (2) 乙 (2分) (3) 9.50 (1分) 0.06 (1分)

三、论述计算题（共5道小题，共40分）

19. 解： (1) 竖直方向为自由落体运动，则有 $h = \frac{1}{2}gt^2$ (2分)

解得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2.0s$ (1分)

(2) 水平方向为匀速运动，则有 $x = v_0 t = 4.0m$ (3分)

20. 解： (1) 小球由B点运动到C点的过程中

竖直方向上做自由落体运动有 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $t = 0.5s$

水平方向做匀速直线运动有 $x = v_B t$ 得 $v_B = 5m/s$ (1分)

由牛顿第二定律 $F_N - mg = mv^2/R$ (2分)

解得 $F_N = 3.5N$ (1分)

小球落地前瞬间，竖直方向的速度 $v_y = gt = 5m/s$ (1分)

水平方向的速度 $v_x = v_B = 5m/s$

落地前瞬间速度 $v_C = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 5\sqrt{2}m/s$ (1分)

速度方向与水平方向夹角 45° 斜向右下方 (2分)

21. 解： (1) 塔高为同步卫星的轨道高度，设同步卫星质量为 m_0

由 $\frac{GMm_0}{(R+h_0)^2} = m_0 \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h_0)$ (2分)

可得 $h_0 = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$ (2分)

(2) 卫星被缓慢运送至高 h 处时的速度大小为 $v_0 = \frac{2\pi(R+h)}{T}$ (1分)



高 h 处的圆轨道卫星速度为 v ，则由 $\frac{GMm}{(R+h)^2} = m\frac{v^2}{R+h}$ (1分)

可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ (1分)

推进装置需要做的功 $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{GMm}{2(R+h)} - \frac{2\pi^2(R+h)^2 m}{T^2}$ (1分)

22.解：(1) 使用机械制动方式刹车时，根据动能定理 $-fx_2 = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2$ (2分)

得 $f = \frac{mv_2^2}{2x_2}$ (2分)

(2) 同时开启机械制动和再生制动，设回收制动力做功为 W

根据动能定理 $W - fx_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ (2分)

由功能关系 $E_{\text{回}} = -W$

得 $E_{\text{回}} = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2(1 + \frac{x_1}{x_2})$ (2分)

23. 解：(1) a. 以地面为参考平面，

物体在 A 位置的机械能 $E_A = \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A$ (1分)

物体在 B 位置的机械能 $E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$ (1分)

b. 物体从 A 位置运动到 B 位置，重力做功

$W_G = mgh_A - mgh_B$ (1分)

根据动能定理，合外力做功 $W_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$ (1分)

从 A 位置运动到 B 位置，由于曲面光滑，仅有重力做功

即 $W_{\text{合}} = W_G$

因此 $mgh_A - mgh_B = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$

可得 $\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$ (1分)

即物体在 A 位置的机械能与在 B 位置的机械能相等。

(2) a. 横截面 C 左侧液体对研究对象所做的功

$W_1 = Fs = p_1\pi R^2 d$ (1分)

b. C 、 D 间液体流动至 C' 、 D' 间，可等效为 C' 、 D 间液体位置不变， C 、 C' 间液体流动至 D 、 D' 间。 C 、 C' 间液体质量 $\Delta m = \rho\pi R^2 d$ 。重力对研究对象所做的功

$W_G = \Delta mg \cdot \Delta h = \rho\pi R^2 dg(h_1 - h_2)$ (2分)



c. 在相同的时间内，流过 C 处截面水的体积与流过 D 处截面水的体积 ΔV 相同。

由 C 、 C' 间液体体积 $\Delta V = \pi R^2 d$

可知 $W_1 = p_1 \Delta V$

设 D 处管道面积为 S_2 ， D 、 D' 间距离为 x ，

则 D 、 D' 间液体体积 $S_2 x = \pi R^2 d$

横截面 D 右侧液体对研究对象所做的功

$$W_2 = -p_2 S_2 x = -p_2 \pi R^2 d = -p_2 \Delta V$$

由动能定理，合外力做功 $\Sigma W = \frac{1}{2} \Delta m u_2^2 - \frac{1}{2} \Delta m u_1^2$

即 $\rho \Delta V g (h_1 - h_2) + p_1 \Delta V - p_2 \Delta V = \frac{1}{2} \rho \Delta V u_2^2 - \frac{1}{2} \rho \Delta V u_1^2$

整理得 $\rho g h_1 - \rho g h_2 + p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho u_2^2 - \frac{1}{2} \rho u_1^2$

所以压强 p 、流速 u 、高度 h 是满足守恒的关系

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho u_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho u_2^2$$

即 $p + \rho g h + \frac{1}{2} \rho u^2$ 为守恒量。 (2分)