

2026 高一下物理 3 月月考卷（教师卷）

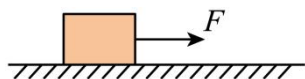
学校:_____姓名:_____班级:_____考号:_____

一、单选题

1. 在物理学探索中, 科学家们创造出了很多研究方法, 并对物理学的发展做出了卓越的贡献, 下列符合史实的是 ()

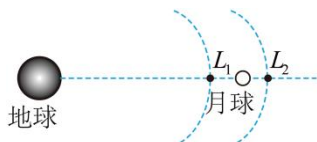
- A. 牛顿利用扭秤实验比较准确地测量出引力常量 G , 被称为“第一个称量地球的人”
- B. 德国天文学家开普勒对他导师第谷观测的行星数据进行分析, 总结出了万有引力定律
- C. 实验“探究向心力大小的影响因素”和“探究加速度与力、质量的关系”都利用了控制变量法
- D. 在物理学中经常用比值法定义物理量, 例如功率 $P = \frac{W}{t}$ 、加速度 $a = \frac{F}{m}$ 、密度 $\rho = \frac{m}{V}$ 等

2. 如图所示, 粗糙水平面上的物块在恒力 F 作用下向右做匀加速直线运动, 下列关于该过程的功和功率说法正确的是 ()



- A. 重力对物块做正功
- B. 摩擦力对物块不做功
- C. 恒力 F 对物块做功的功率不变
- D. 物块所受的合力对物块做功的功率变大

3. 如图所示, L_1 、 L_2 为地月系统中的两个拉格朗日点, 位于拉格朗日点上的卫星可以在几乎不消耗燃料的情况下与月球同步绕地球做匀速圆周运动, “鹊桥”中继卫星位于 L_2 点上。结合以上信息, 下列说法正确的是 ()



- A. “鹊桥”中继卫星的发射速度 $11.2\text{km/s} \leq v < 16.7\text{km/s}$
- B. 地球静止卫星轨道应位于月球与 L_2 点之间

C. 同一颗卫星位于 L_1 点所在轨道时的动能大于位于 L_2 点所在轨道时的动能

D. “鹊桥”中继卫星的向心加速度大于月球的向心加速度

4. 假设地球是一半径为 R 、质量分布均匀的球体。一矿井深度为 d 。已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零。矿井底部和地面处的重力加速度大小之比为 ()

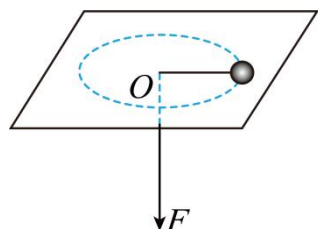
A. $1 - \frac{d}{R}$

B. $1 + \frac{d}{R}$

C. $\left(\frac{R-d}{R}\right)^2$

D. $\left(\frac{R}{R-d}\right)^2$

5. 如图所示，质量为 m 的物体被用细绳牵引着在光滑水平面上做匀速圆周运动。当拉力为 F 时转动半径为 R ，当外力增大到 $10F$ 时，物体仍做匀速圆周运动，其转动半径为 $\frac{R}{2}$ 。在此过程中外力对物体所做的功为 ()



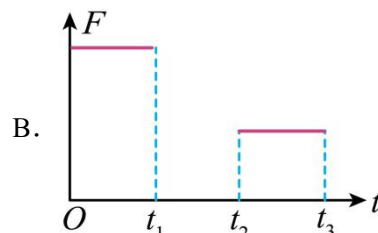
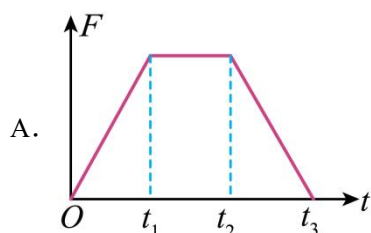
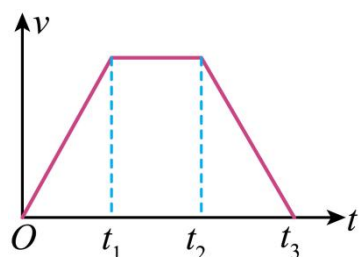
A. $\frac{9}{2}FR$

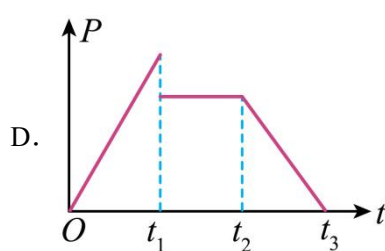
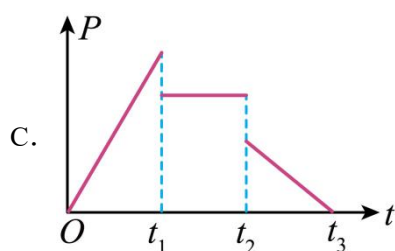
B. $\frac{9}{4}FR$

C. $2FR$

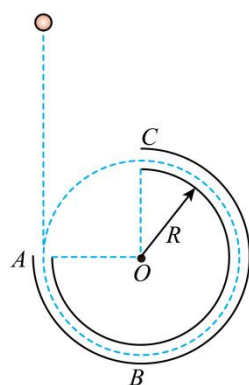
D. $5FR$

6. 某电动汽车在平直路面上做性能测试，将运动简化处理后，其 $v-t$ 图像如图所示。若整个过程中汽车受到的阻力恒定，则下列关于汽车牵引力 F 及其功率 P 随时间 t 变化的图像可能正确的是 ()

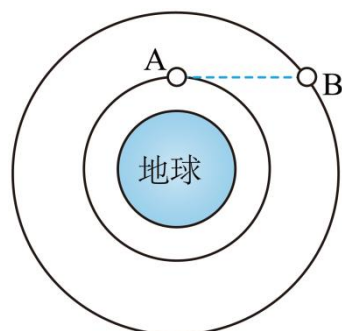




7. 竖直放置的四分之三圆管半径为 R ，在管口 A 点正上方 $3R$ 处由静止释放一质量为 m 的小球，小球落入管中并从 C 点飞出后，恰好又落回到 A 点，不计空气阻力，重力加速度为 g ，则 ()



- A. 小球通过 C 点时的速度大小为 $\sqrt{gR}$
 - B. 圆管对小球的摩擦力做功为 $\frac{5mgR}{4}$
 - C. 小球通过 C 点时对圆管的压力大小为 $\frac{mg}{2}$ ，方向竖直向下
 - D. 小球通过 C 点时对圆管的压力大小为 $\frac{mg}{2}$ ，方向竖直向上
8. 长征七号改运载火箭由中国航天科技集团一院抓总研制，是我国新一代中型高轨液体运载火箭，具备一箭一星和一箭双星发射能力；如图长征七号改运载火箭发射的 A、B 为同一平面内绕顺时针方向运行的两颗卫星。某时刻两卫星的连线与 A 卫星的轨道相切，已知 A、B 卫星的运行周期分别为 T_A 、 T_B ，A、B 卫星的运行半径分别为 r 、 $2r$ ，则 ()



- A. 卫星 A 的机械能比 B 小

B. 卫星 A 的角速度是 B 的两倍

C. 卫星 A 的向心力比 B 大

D. 经 $\frac{T_A T_B}{6(T_B - T_A)}$ 时间两卫星距离最近

9. “滑滑梯”是小朋友喜爱的游戏活动，一小朋友由静止从顶端开始沿滑梯匀加速直线下滑，到达底端的速度大小为 v 。已知小朋友的质量为 m ，滑梯顶端到水平面的高度为 h ，滑梯与水平面的夹角为 θ ，重力加速度大小为 g ，小朋友可视为质点。下列说法正确的是（ ）

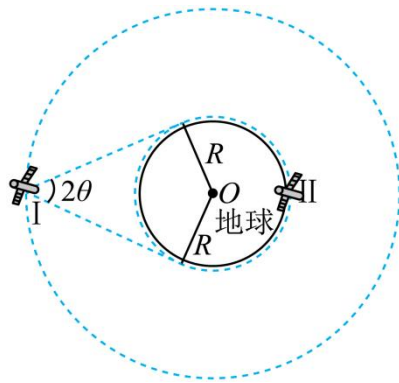
A. 小朋友运动到滑梯中点时的速度大小为 $\frac{v}{2}$

B. 小朋友在滑梯上运动的时间为 $\frac{h}{v \sin \theta}$

C. 小朋友滑到底端时重力的瞬时功率为 $mgv \cos \theta$

D. 小朋友在滑梯上运动过程中摩擦力的平均功率大小为 $\frac{v \sin \theta}{2h} \left(mgh - \frac{1}{2}mv^2 \right)$

10. 如图所示，I 为北斗卫星导航系统中的静止轨道卫星，其对地张角为 2θ ；II 为地球的近地卫星。已知地球的自转周期为 T_0 ，万有引力常量为 G ，根据题中条件，可求出（ ）



A. 地球的平均密度为 $\frac{3\pi}{GT_0^2 \sin^3 \theta}$

B. 卫星 I 和卫星 II 的加速度之比为 $\sin^2 2\theta$

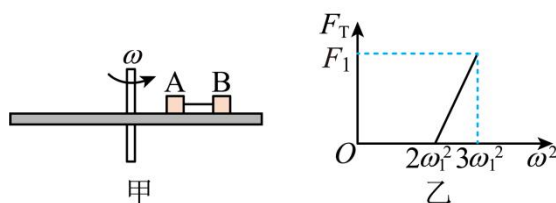
C. 卫星 II 的周期为 $\frac{T_0}{\sqrt{\sin^3 \theta}}$

D. 卫星 II 运动的周期内无法直接接收到卫星发出电磁波信号的时间 $\frac{(\pi + 2\theta)T_0}{2\pi} \sqrt{\sin^3 \theta}$

11. 2025 年 9 月 5 日中国宣布小行星防御计划，旨在通过改变卫星轨道验证小行星防御方案可行性。若某卫星质量为 m ，在质量为 M 的行星的引力作用下，做半径为 r 的匀速圆周运动。取无穷远处引力势能为零，该卫星在距行星 r 处的势能为 $E_p = -\frac{GMm}{r}$ 。若要使该卫星做圆周运动的轨道半径增大 1%，则其动能和势能的总量增大了（ ）

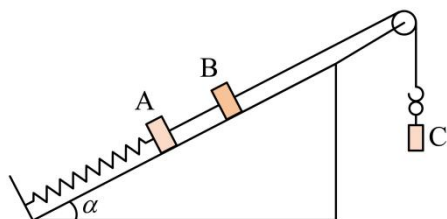
- A. $\frac{GMm}{101r}$ B. $\frac{GMm}{202r}$ C. $\frac{201GMm}{101r}$ D. $\frac{201GMm}{202r}$

12. 如图甲所示, 将质量为 m_1 的物块 A 和质量为 m_2 的物块 B 沿同一半径方向放在水平转盘上, 两者用长为 L 的水平轻绳连接。物块与转盘间的最大静摩擦力均为各自重力的 k 倍, 物块 A 与转轴的距离等于轻绳长度, 整个装置能绕通过转盘中心的竖直轴转动。开始时, 轻绳恰好伸直但无拉力, 现让该装置从静止开始转动, 使角速度缓慢增大, 绳中拉力 F_T 与 ω^2 的关系如图乙所示, 当 ω^2 超过 $3\omega_1^2$ 时, 物块 A、B 开始滑动。若图乙中的 F_1 、 ω_1 及重力加速度 g 均为已知, 下列说法正确的是 ()



- A. $L = \frac{F_1}{m_2\omega_1^2}$ B. $k = \frac{F_1}{m_2g}$ C. $L = \frac{F_1}{2m_2\omega_1^2}$ D. $m_2 = m_1$

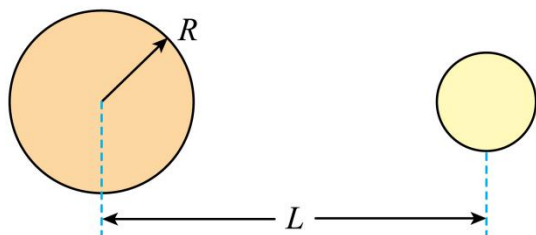
13. 如图所示, 倾角 $\alpha = 30^\circ$ 的固定光滑斜面上放置物块 A、B, A 与 B 通过轻质细线相连。A 通过劲度系数为 k 的轻质弹簧与斜面上的挡板相连, B 与 C 通过绕过斜面顶端定滑轮的轻质细线相连, 细线和弹簧都与斜面平行。物块 A、B、C 的质量分别为 m 、 $2m$ 、 $3m$, 重力加速度为 g 。物块 A、B、C 均保持静止, 则下列说法正确的是 ()



- A. 剪断 B、C 间的细线瞬间, 物块 A 的加速度为 0
 B. 剪断弹簧的瞬间, A、B 间的细线拉力为 $\frac{7}{2}mg$
 C. 剪断 A、B 间的细线后, 弹簧弹力最大值为 $\frac{3}{2}mg$
 D. 剪断 A、B 间的细线后, A 向下运动的最大距离为 $\frac{4mg}{k}$

二、解答题

14. 密度均匀的某天体质量为 M , 半径为 R , 距离其球心 r 处质量为 m 的卫星围绕它做匀速圆周运动 (忽略天体自转的影响)。已知引力常量为 G 。求:



(1)该天体表面重力加速度 g 的大小；

(2)卫星的动能大小；

(3)若假设将该天体中心处挖掉半径为 $\frac{R}{2}$ 的小球体，放到距离球心 L 处，且 $L \gg R$ ，如图所示，小球体和天体剩余部分的万有引力大小。

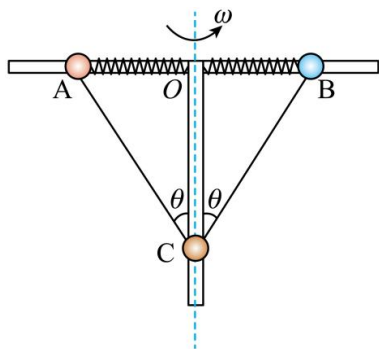
15. 某汽车发动机的额定功率为 60kW ，汽车的质量为 1.5 吨，当它在水平长直公路上行驶时，所受阻力恒为车重力的 0.1 倍，已知重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，求：

(1)汽车能达到的最大速度；

(2)若汽车从静止开始以 1m/s^2 的加速度做匀加速直线运动，此过程能维持多长时间；

(3)若汽车以额定功率启动，并行驶了 30s ，已知此时已达到最大速度，此过程汽车行驶的路程。

16. 如图所示，质量均为 m 的 A、B、C 三个小球分别套在光滑的“T”型离心装置的水平杆两侧和竖直杆上，O 为水平杆的中点，两球与 O 之间用原长为 $0.8L$ 的两个完全相同的轻质弹簧连接，A、B 两球用长为 L 的轻绳与 C 球连接。最初系统处于静止，轻绳与竖直杆间的夹角为 $\theta = 37^\circ$ 。该装置绕竖直杆所在轴缓慢加速，直至弹簧恢复到原长。已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，重力加速度为 g 。求：

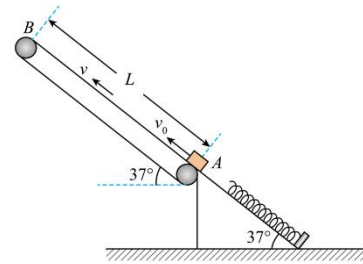


(1)系统静止时，绳上弹力 T 的大小和弹簧的劲度系数 k ；

(2)当弹簧恢复原长时，水平杆转动的角速度 ω ；

17. 下图是一向上传输防滑缓冲装置，传输装置为一倾角为 37° 的倾斜传送带。传输物体时，为防止物体返回到传送带底端滑出传送带时被损坏，故在传送带底端平滑连接一倾角为 37° 的固定斜面，并在斜面底端固定一轻质弹簧，当物体撞击弹簧时可起到缓冲作用。某次传输物体时，传送带以 $v = 1\text{m/s}$ 的速度逆时针匀速转动，一质量 $m = 0.5\text{kg}$ 物体以与水平方向夹 37° 角的初速度 $v_0 = 4\text{m/s}$ 从传送带底端 A 点冲上传送带，经 $t = 0.3\text{s}$ 物体与传送带共速。若物体可视为质点，物体与传送带、斜面间的动摩擦因数相同，传送带的长度 $L = 3\text{m}$ ，弹簧的劲度系数 $k = 100\text{N/m}$ ，弹簧处于原长状态时其上端距传送带底端 A 点的距离 $d = 0.12\text{m}$ ，弹簧被压缩时始终处于弹性限度内，不计空气阻力，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，求：

- (1) 物体与传送带间的动摩擦因数 μ ；
- (2) 物体在传送带上留下的痕迹长度 Δx ；
- (3) 弹簧的最大弹力 F 的大小。



《2026 高一下物理 3 月月考卷（教师卷）》参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	D	D	A	C	C	C	D	D	A
题号	11	12	13							
答案	B	C	D							

1. C

【详解】A. 卡文迪许利用扭秤实验比较准确地测量出引力常量 G ，被称为“第一个称量地球的人”，A 错误；

B. 德国天文学家开普勒对他导师第谷观测的行星数据进行分析，总结出了开普勒三定律，B 错误；

C. 实验“探究向心力大小的影响因素”和“探究加速度与力、质量的关系”都利用了控制变量法，C 正确；

D. 在物理学中经常用比值法定义物理量，例如功率 $P = \frac{W}{t}$ 、加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 、密度 $\rho = \frac{m}{V}$ 等， $a = \frac{F}{m}$ 是加速度的决定式，D 错误。

故选 C。

2. D

【详解】A. 重力与物块的位移垂直，故重力对物体不做功，A 错误；

B. 物块受到水平向左的滑动摩擦力，物块的位移水平向右，故摩擦力对物块做负功，B 错误；

C. 物块做匀加速直线运动，由功率的公式 $P = Fv$ ，可知恒力 F 对物块做功的功率增大，C 错误；

D. 物块做匀加速直线运动，合外力不变，由功率的公式 $P = F_{\text{合}}v$ 可知物块所受的合力对物块做功的功率变大，D 正确。

故选 D。

3. D

【详解】A. 第一宇宙速度为 7.9km/s，第二宇宙速度为 11.2km/s，“鹊桥”运行于地-月拉格朗日点 L_2 ，发射速度满足 $7.9\text{km/s} < v < 11.2\text{km/s}$ ，故 A 错误；

B. 月球绕地球周期为 27 天，静止卫星周期为 1 天，根据开普勒第三定律可知月球轨道半径大于静止卫星轨道半径，则静止卫星轨道应该在地球与月球之间，故 B 错误；

C. 由题意可知, 当卫星位于 L_1 、 L_2 点所在轨道围绕地球运动时的角速度相等, 则根据 $v = r\omega$ 可知, 当卫星位于 L_2 点时的线速度要大于位于 L_1 点时的线速度, 也就是同一颗卫星位于 L_2 点时的动能要大于位于 L_1 点时的动能, 故 C 错误;

D. 根据向心加速度表达式 $a = \frac{4\pi^2}{T^2}r$ 可知“鹊桥”中继卫星的向心加速度大于月球的向心加速度, 故 D 正确。

故选 D。

4. A

【详解】设地球密度为 ρ , 根据万有引力等于重力 $G\frac{Mm}{R^2} = mg$

其中地球质量 $M = \frac{4}{3}\rho\pi R^3$

可得地面处的重力加速度 $g = \frac{4}{3}G\rho\pi R$

质量均匀的球壳对壳内物体的引力为零, 矿井底部的物体所受引力仅相当于由半径为 $R-d$ 的内

部球体提供, 同理可得 $g' = \frac{4}{3}G\rho\pi(R-d)$

计算可得 $\frac{g'}{g} = \frac{R-d}{R} = 1 - \frac{d}{R}$

故选 A。

5. C

【详解】根据向心力公式 $F = m\frac{v_1^2}{R}$, $10F = m\frac{v_2^2}{\frac{R}{2}}$

根据动能定理, 外力对物体所做的功 $W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

联立解得 $W = 2FR$, 故选 C。

6. C

【详解】AB. 运动过程分三段: 匀加速、匀速和匀减速

匀加速阶段: 根据 $F_1 - f = ma_1$, F_1 为定值, $F_1 > f$

匀速阶段: $F_2 = f$

匀减速阶段: 根据 $f - F_3 = ma_3$, F_3 为定值, $F_3 < f$

AB 错误;

CD. $0 \sim t_1$ 阶段: 牵引力 F_1 恒定, 速度 v 均匀增加。根据 $P = Fv$, 功率 P 随时间 t 线性增加;

$t_1 \sim t_2$ 阶段：汽车做匀速运动，速度保持不变。牵引力 F_2 恒定，功率 P 保持不变。所以功率 P 是一条水平直线；

$t_2 \sim t_3$ 阶段：牵引力 F_3 恒定，速度均匀减小，根据 $P = Fv$ ，功率 P 随时间线性减小，直到 t_3 时刻速度为 0。

在每段运动的衔接点处，因牵引力减小（从 F_1 减小到 F_2 ，从 F_2 减小到 F_3 ）功率会突变减小，导致图像不连续，C 正确、D 错误。

故选 C。

7. C

【详解】A. 小球通过 C 点后做平抛运动，则 $R = v_C t$ ， $R = \frac{1}{2} g t^2$

解得通过 C 点时的速度大小为 $v_C = \sqrt{\frac{gR}{2}}$ ，A 错误；

B. 圆管对小球的摩擦力做功为 $W_f = -\left(mg \cdot 2R - \frac{1}{2} m v_C^2\right) = -\frac{7mgR}{4}$ ，B 错误；

CD. 假设小球通过 C 点时管壁对小球有向上的支持力，则 $mg - F_N = m \frac{v_C^2}{R}$

可得 $F_N = \frac{mg}{2}$ ，假设成立，根据牛顿第三定律，此时小球对圆管的压力大小为 $\frac{mg}{2}$ ，方向竖直向下，C 正确，D 错误。

故选 C。

8. D

【详解】A. 因两卫星的质量关系不确定，不能比较机械能的关系，A 错误；

B. 根据万有引力提供向心力有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \omega^2 r$

可得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ，可得卫星 A 的角速度是 B 的 $2\sqrt{2}$ 倍，B 错误；

C. 因两卫星的质量关系未知，所以无法比较卫星 A 的向心力与卫星 B 的向心力的大小，故 C 错误；

D. 设图示时刻两卫星与地球球心的连线夹角为 θ ，则 $\cos \theta = \frac{r}{2r} = \frac{1}{2}$

得 $\theta = \frac{\pi}{3}$

设由图示时刻经时间 t 两卫星相距最近，则满足 $\left(\frac{2\pi}{T_A} - \frac{2\pi}{T_B}\right)t = \frac{\pi}{3}$

可得 $t = \frac{T_A T_B}{6(T_B - T_A)}$ ，D 正确。

故选 D。

9. D

【详解】A. 由匀变速速度位移公式，全程 $v^2 = 2as$

位移中点处 $v_{\frac{s}{2}}^2 = 2a \cdot \frac{s}{2}$

联立解得 $v_{\frac{s}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}v$ ，故 A 错误；

B. 匀加速平均速度 $\bar{v} = \frac{v}{2}$

滑梯总长度 $s = \frac{h}{\sin \theta}$ ，由 $s = \bar{v}t$

得运动时间 $t = \frac{s}{\bar{v}} = \frac{2h}{v \sin \theta}$ ，故 B 错误；

C. 重力瞬时功率为重力与速度沿重力方向分量的乘积，速度竖直分量为 $v \sin \theta$ ，故

$P = mgv \sin \theta$ ，故 C 错误；

D. 由动能定理 $mgh + W_f = \frac{1}{2}mv^2$

得摩擦力做功大小 $|W_f| = mgh - \frac{1}{2}mv^2$

平均功率 $P = \frac{|W_f|}{t}$

代入 $t = \frac{2h}{v \sin \theta}$

得 $P = \frac{v \sin \theta}{2h} \left(mgh - \frac{1}{2}mv^2 \right)$ ，故 D 正确。

故选 D。

10. A

【详解】AC. 设地球质量为 M ，卫星 I、II 的轨道半径分别为 r 和 R ，卫星 I 为同步卫星，周

期为 T_0 ，近地卫星 II 的周期为 T 。根据开普勒第三定律则有 $\frac{r^3}{T_0^2} = \frac{R^3}{T^2}$

由题图可得 $\sin \theta = \frac{R}{r}$

可得卫星 II 的周期为 $T = T_0 \sqrt{\sin^3 \theta}$

对于卫星 II，根据牛顿第二定律可得 $\frac{GMm}{R^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R$

地球的密度为 $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3}$

联立以上各式，可得地球的平均密度为 $\rho = \frac{3\pi}{GT_0^2 \sin^3 \theta}$ ，故 A 正确，C 错误；

B. 对于不同轨道卫星，根据牛顿第二定律可得 $\frac{GMm}{r^2} = ma$

解得 $a = \frac{GM}{r^2}$

所以卫星 I 和卫星 II 的加速度之比为 $\frac{a_I}{a_{II}} = \frac{R^2}{r^2} = \sin^2 \theta$ ，故 B 错误；

D. 当卫星 II 运行到与卫星 I 的连线隔着地球的区域，其对应圆心角为 $\pi + 2\theta$ 时，卫星 II 无法直接接收到卫星 I 发出电磁波信号，设这段时间为 t 。若两卫星同向运行，则有

$$(\omega_{II} - \omega_I)t = \pi + 2\theta$$

其中 $\omega_{II} = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{T_0 \sqrt{\sin^3 \theta}}$ ， $\omega_I = \frac{2\pi}{T_0}$

解得 $t = \frac{(\pi + 2\theta)T_0 \sqrt{\sin^3 \theta}}{2\pi(1 - \sqrt{\sin^3 \theta})}$

若两卫星相向运行，则有 $(\omega_{II} + \omega_I)t = \pi + 2\theta$ ， $\omega_{II} = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{T_0 \sqrt{\sin^3 \theta}}$ ， $\omega_I = \frac{2\pi}{T_0}$

解得 $t = \frac{(\pi + 2\theta)T_0 \sqrt{\sin^3 \theta}}{2\pi(1 + \sqrt{\sin^3 \theta})}$ ，故 D 错误。

故选 A。

11. B

【详解】卫星在行星引力作用下做匀速圆周运动，圆周运动的向心力由万有引力提供，则有

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得动能为 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot \frac{GM}{r} = \frac{GMm}{2r}$

总机械能（动能与势能之和）为 $E = E_k + E_p = \frac{GMm}{2r} - \frac{GMm}{r} = -\frac{GMm}{2r}$

当轨道半径增大 1%，新半径为 $r' = 1.01r$

则新轨道上的总机械能为 $E' = -\frac{GMm}{2r'} = -\frac{GMm}{2 \times 1.01r} = -\frac{GMm}{2.02r}$

机械能的变化量（即动能和势能的总量增大量）为

$$\Delta E = E' - E = -\frac{GMm}{2.02r} - \left(-\frac{GMm}{2r}\right) = \frac{GMm}{2r} \left(1 - \frac{1}{1.01}\right) = \frac{GMm}{202r}$$

因此，动能和势能的总量增大了 $\frac{GMm}{202r}$ ，故 ACD 错误，B 正确。

故选 B。

12. C

【详解】由题图乙可知，当转盘角速度的二次方为 $2\omega_1^2$ 时，A、B 间的细绳开始出现拉力，

可知此时 B 达到最大静摩擦力，故有 $km_2g = m_2 \cdot 2L \cdot 2\omega_1^2$

当转盘角速度的二次方为 $3\omega_1^2$ 时，A 达到最大静摩擦力，对 A 有 $km_1g - F_1 = m_1L \cdot 3\omega_1^2$

对 B 有 $km_2g + F_1 = m_2 \cdot 2L \cdot 3\omega_1^2$

联立以上三式解得 $L = \frac{F_1}{2m_2\omega_1^2}$ ， $k = \frac{2F_1}{m_2g}$ ， $m_2 = \frac{1}{2}m_1$

故选 C。

13. D

【详解】A. 将物块 A、B、C 看成整体进行受力分析，设物块 A、B、C 均静止时弹簧的压缩量为 x ，则由平衡关系有 $3mg = kx + mg \sin \alpha + 2mg \sin \alpha$

解得 $x = \frac{3mg}{2k}$

剪断 B、C 间的细线后，物块 A、B 将一起沿斜面向下运动，所以剪断 B、C 间的细线瞬间，

对物块 A、B 整体进行受力分析，列牛顿第二定律方程有 $kx + 3mg \sin \alpha = 3ma$

解得剪断 B、C 间的细线瞬间，物块 A 的加速度大小为 $a = g$ ，故 A 错误；

B. 剪断弹簧的瞬间，将物块 A、B、C 看成整体进行受力分析，列牛顿第二定律方程有

$$3mg - mg \sin \alpha - 2mg \sin \alpha = 6ma_1$$

解得整体此时的加速度大小为 $a_1 = \frac{g}{4}$

以物块 A 为研究对象进行受力分析，列牛顿第二定律方程有 $F - mg \sin \alpha = ma_1$

解得剪断弹簧的瞬间，A、B 间的细线拉力为 $F = \frac{3mg}{4}$ ，故 B 错误；

C. 剪断 A、B 间的细线后，设弹簧的最大压缩量为 x_1 ，则由系统机械能守恒有

$$mg(x + x_1) \sin \alpha = \frac{1}{2}kx_1^2 - \frac{1}{2}kx^2$$

解得 $x_1 = \frac{5mg}{2k}$

则由胡克定律可得弹簧弹力最大值为 $F_m = kx_1 = \frac{5mg}{2}$ ，故 C 错误；

D. 剪断 A、B 间的细线后，A 向下运动的最大距离为 $x_m = x + x_1 = \frac{4mg}{k}$ ，故 D 正确。

故选 D。

14. (1) $\frac{GM}{R^2}$

(2) $\frac{GMm}{2r}$

(3) $\frac{7GM^2}{64L^2}$

【详解】(1) 对于放在天体表面质量为 m_0 的物体，万有引力提供重力 $G \frac{Mm_0}{R^2} = m_0g$

解得 $g = \frac{GM}{R^2}$

(2) 根据卫星万有引力充当向心力 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$

解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

由 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

可得 $E_k = \frac{GMm}{2r}$

(3) 根据球体体积公式 $m = \frac{4}{3}\pi R^3$

可知小球体的质量为 $M' = \frac{M}{8}$

剩余部分的质量为 $M'' = M - M' = \frac{7M}{8}$

根据万有引力定律 $F = G \frac{\frac{M}{8} \cdot \frac{7M}{8}}{L^2}$

计算可得 $F = \frac{7GM^2}{64L^2}$

15. (1) 40m/s

(2) 20s

(3) 400m

【详解】(1) 汽车匀速行驶时，速度达到最大，则有 $F = f = 0.1mg = 1.5 \times 10^3 \text{N}$

此时汽车的最大速度为 $v_m = \frac{P}{F} = 40\text{m/s}$

(2) 设汽车匀加速运动的时间为 t ，此阶段汽车的牵引力为 F' ，由牛顿第二定律可得

$$F' - f = ma$$

解得 $F' = 3 \times 10^3 \text{N}$

此时汽车的速度为 $v = \frac{P}{F'} = 20\text{m/s}$

故汽车匀加速运动的时间 $t = \frac{v}{a} = 20\text{s}$

(3) 设汽车此时通过的路程为 s ，由动能定理可得 $Pt' - fs = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$

结合上述结论解得 $s = 400\text{m}$

$$16. (1) T = \frac{5}{8}mg, \quad k = \frac{15mg}{8L}$$

$$(2) \omega = \sqrt{\frac{5g}{6L}}$$

【详解】(1) 对 C 球，根据平衡条件有 $2T\cos 37^\circ = mg$

$$\text{解得 } T = \frac{5}{8}mg$$

对 A 球受力分析，根据平衡条件可得 $T\cos 53^\circ = k(0.8L - L\sin 37^\circ)$

$$\text{解得 } k = \frac{15mg}{8L}$$

(2) 当弹簧恢复原长时，设此时绳子拉力为 T' ，设绳子与竖直方向夹角为 α ，则有

$$\sin \alpha = \frac{0.8L}{L} = 0.8$$

可得 $\alpha = 53^\circ$

对 C 球，根据平衡条件，有 $2T'\cos 53^\circ = mg$

对 A 球由牛顿第二定律得 $T'\cos 37^\circ = m\omega^2 \cdot 0.8L$

$$\text{联立解得 } \omega = \sqrt{\frac{5g}{6L}}$$

17. (1) 0.5

(2) 0.45m

(3) 16N

【详解】(1) 由题可知，物块减速运动时的加速度大小为 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4-1}{0.3} \text{m/s}^2 = 10\text{m/s}^2$

方向沿传送带向下，对物块受力分析，根据牛顿第二定律可得 $mg \sin 37^\circ + \mu mg \cos 37^\circ = ma$

代入数据解得 $\mu = 0.5$

(2) $t = 0.3\text{s}$ 时间内, 物块的位移 $x_{\text{块}1} = \frac{1}{2}(v + v_0)t = 0.75\text{m}$

传送带的位移为 $x_{\text{带}} = vt = 0.3\text{m}$

达到共速后, 物块继续减速上滑, 传送带依然做匀速直线运动, 因此物块在传送带上的痕迹

长度为 $\Delta x = x_{\text{块}1} - x_{\text{带}} = 0.45\text{m}$

(3) 共速后, 设物块的加速度为大小 a' , 对物块受力分析, 根据牛顿第二定律可得

$$mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ = ma'$$

解得 $a' = 2\text{m/s}^2$

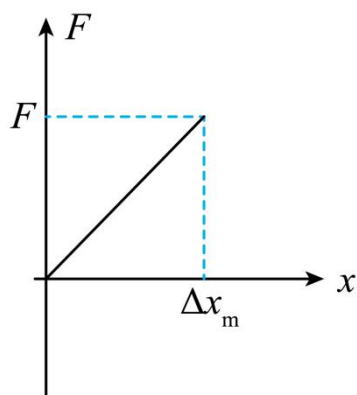
则物块速度减为零的时间 $t' = \frac{v}{a'} = 0.5\text{s}$

此过程物块继续上滑的位移 $x_{\text{块}2} = \frac{1}{2}vt' = 0.25\text{m}$

则物块在传送带上滑行的总位移为 $x = x_{\text{块}1} + x_{\text{块}2} = 1\text{m}$

设弹簧的最大压缩量为 Δx_m , 根据胡克定律可知, 此时弹簧的最大弹力为 $F = k \cdot \Delta x_m$

作出 $F-x$ 图像如图所示



可知弹力所做的功为 $W = \frac{1}{2}F \cdot \Delta x_m = \frac{1}{2}(k\Delta x_m)^2$

根据动能定理可得 $mg \sin 37^\circ(x + d + \Delta x_m) - \mu mg \cos 37^\circ(x + d + \Delta x_m) - \frac{1}{2}k(\Delta x_m)^2 = 0$

代入数据解得 $\Delta x_m = 0.16\text{m}$

则弹簧的最大弹力 $F = k \cdot \Delta x_m = 16\text{N}$