

2021 北京五十七中高二（上）期中

物 理

一、单选题（每个小题只有一个正确选项，共 14 小题，每小题 3 分）

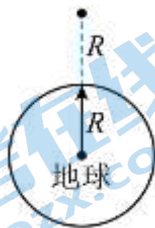
1. 设地球半径为 R ，一物体在地球表面时与地球间的万有引力为 F ，则当该物体在距地面高 R 处时（如图所示），与地球间的万有引力大小为（ ）

A. $\frac{1}{2}F$

B. $\frac{1}{4}F$

C. $2F$

D. $4F$



2. 2021 年 6 月 17 日，“神州十二号”载人飞船与中国空间站“天和核心舱”完成自主对接。对接前“神州十二号”在较低轨道运行，“天和核心舱”在较高轨道运行，它们都绕地球近似做匀速圆周运动，运行轨道如图所示。则（ ）

A. “神州十二号”运行的周期比“天和核心舱”更小

B. “神州十二号”运行时的线速度比“天和核心舱”更小

C. “神州十二号”运行时的向心力比“天和核心舱”更大

D. “神州十二号”和“天和核心舱”都处于超重状态



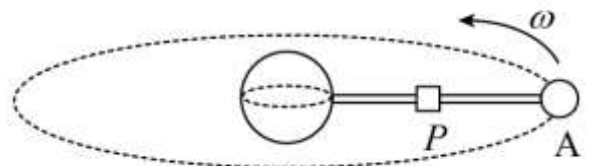
3. 石墨烯是目前世界上已知的强度最高的材料，其发现者由此获得 2010 年诺贝尔物理学奖。用石墨烯制作的“太空电梯”缆线，使人类进入太空成为可能。假设从赤道上空与地球同步的太空站竖直放下由石墨烯材料做成的太空电梯，固定在赤道上，这样太空电梯随地球一起旋转，如图所示。关于太空电梯仓停在太空电梯中点 P 时，下列对于太空电梯仓说法正确的是（ ）

A. 处于平衡状态

B. 向心加速度比同高度卫星的大

C. 速度比第一宇宙速度大

D. 上面的乘客处于失重状态



4. 2018 年 12 月 8 日凌晨 2 点 24 分，中国长征三号乙运载火箭在西昌卫星发射中心起飞，把嫦娥四号探测器送入地月转移轨道，“嫦娥四号”经过地月转移轨道的 P 点时实施一次近月调控后进入环月圆形轨道 I，再经过系列

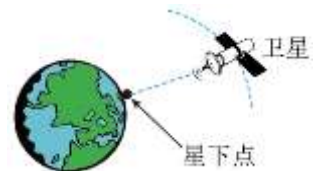
调控使之进入准备“落月”的椭圆轨道II，于2019年1月3日上午10点26分，最终实现人类首次月球背面软着陆。若绕月运行时只考虑月球引力作用，下列关于“嫦娥四号”的说法正确的是（ ）

- A. “嫦娥四号”沿轨道I的周期小于轨道II的周期
- B. 沿轨道I运行的速度大于月球的第一宇宙速度
- C. 经过轨道I的P点时必须进行减速才能进入轨道II
- D. 沿轨道I运行至P点的加速度小于沿轨道II运行至P点的加速度



5. 卫星的“星下点”是指卫星的瞬时位置和地球中心的连线与地球表面的交点，可用地理经、纬度来表示，对于位于“星下点”处的地面观察者来说，卫星就在天顶，如图所示，将“星下点”的轨迹画在地图上便是星下点轨迹图。已知某颗卫星的星下点轨迹图是一个点。地球自转的周期为 T ，地球半径为 R ，地球表面的重力加速度为 g ，卫星的运动可视为匀速圆周运动，则（ ）

- A. 该卫星为近地卫星
- B. 该卫星的线速度 $v = \frac{2\pi R}{T}$
- C. 该卫星的轨道半径 $\sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}}$
- D. 该卫星可能位于北京的正上方



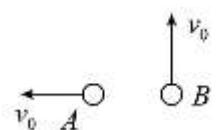
6. 下列物体的运动可看作满足机械能守恒的是（ ）
- A. 树叶从枝头飘落
 - B. 热气球缓缓升空
 - C. 汽车关闭油门后沿水平公路向前滑行
 - D. 被运动员掷出的铅球在空中飞行的过程

7. 如图所示，在光滑水平面上，用等大反向的力 F_1 、 F_2 分别同时作用于 A 、 B 两个静止的物体上、已知 $m_A < m_B$ ，经过相同的时间后同时撤去两力，以后两物体相碰并粘为一体，则粘合体最终将（ ）



- A. 静止
- B. 向右运动
- C. 向左运动
- D. 无法确定

8. 如图所示，在同一竖直平面内，把两个质量相等的小球 A 、 B 在离地面同一高度的两点，以大小相等的初速度 v_0 分别沿水平方向和竖直方向同时抛出，不计空气阻力，从开始运动至落地，下列说法正确的是（ ）



- A. 两球的速度变化快慢程度不相同

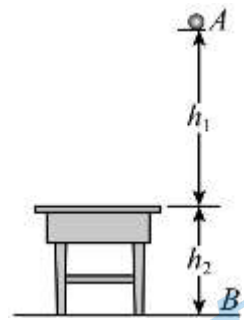
- B. 任意相同时刻，两球重力做功的瞬时功率均相等
- C. 两球的动量变化率相同
- D. 重力对两小球的冲量相同

9. 如图所示，质量为1kg的小球，从A点下落到地面上的B点， h_1 为1.2m，桌面高 h_2 为0.8m $g = 10\text{m/s}^2$ （下落过程中忽略空气阻力影响）

所选择的参考平面	小球在A点的重力势能(J)	小球在B点的重力势能(J)	整个下落过程中重力做的功(J)	整个下落过程中小球重力势能的变化量(J)
桌面	12	-8	20	-20
地面	20	0	20	-20

根据表中数据分析，下列说法不正确的是（ ）

- A. 重力势能与参考面的选取有关
- B. 重力做功与参考面的选取无关
- C. 重力做功和重力势能变化量的关系总是满足： $W = -\Delta E_p$
- D. 如果下落过程中空气阻力不可忽略，则表中的数据会发生变化



10. 如图所示为低空跳伞极限运动表演，运动员从离地350m高的桥面一跃而下，实现了自然奇观与极限运动的完美结合。假设质量为 m 的跳伞运动员，由静止开始下落，在打开伞之前受恒定阻力作用，下落的加速度 $\frac{4}{5}g$ ，在运动员下落 h 的过程中，下列说法正确的是（ ）

- A. 物体的重力势能减少了 $\frac{4}{5}mgh$
- B. 物体的机械能减少了 $\frac{1}{5}mgh$
- C. 阻力对物体做的功为 $\frac{4}{5}mgh$
- D. 物体的动能增加了 $\frac{1}{5}mgh$



11. 如图所示，小朋友在蹦床上跳跃翻腾，尽情嬉耍。在小朋友接触床面向下运动到最低点的过程中，下列说法正确的是（ ）

- A. 重力对小朋友一直做正功



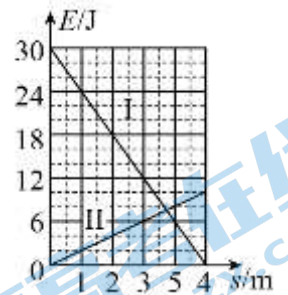
- B. 蹦床对小朋友的弹力先做负功后做正功
- C. 小朋友的机械能不变
- D. 小朋友的动能一直减小

12. 安全气囊是汽车安全保障的重要设施，它与座椅安全带配合使用，可以为乘员提供有效的防撞保护，在汽车相撞时，汽车安全气囊可使头部受伤率减少 25%，面部受伤率减少 80%左右。若某次汽车安全测试中，汽车发生剧烈碰撞时，安全气囊未打开，与安全气囊顺利打开相比，下列说法正确的是（设每次测试汽车速度相同）（ ）



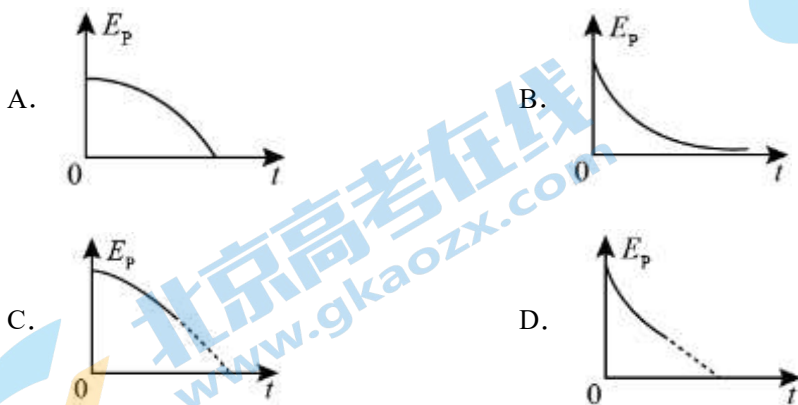
- A. 安全气囊未打开时，模拟乘员的动量变化量大
- B. 安全气囊打开时，模拟乘员受到的撞击力小
- C. 安全气囊未打开时，模拟乘员受到撞击力的冲量大
- D. 安全气囊打开时，模拟乘员的动量变化快

13. 一物块从高 $h=3.0\text{m}$ 、长 $l=5.0\text{m}$ 的斜面顶端从静止开始沿斜面下滑，其重力势能 E_p 和动能 E_k 随下滑距离 s 的变化如图中直线 I、II 所示。关于物块从斜面顶端下滑到底端的过程中，下列说法正确的是（ ）



- A. 重力做功为 30J
- B. 摩擦阻力做功为 -10J
- C. 合力做功为 20J
- D. 物块的机械能守恒

14. 假设在无风的天气里，下落的毽子受到的空气阻力与其下落的速度大小成正比，一毽子从高处竖直向下落到地面（高度足够高），此过程中毽子的重力势能为 E_p （以地面为 0 势能面），毽子下落全程的 E_p-t 图像可能正确的有（图中实线为曲线，虚线为直线段）（ ）



二、实验题（共 14 分）

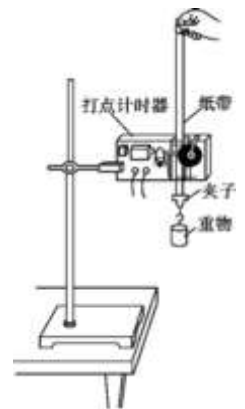
15. 如图所示，将打点计时器固定在铁架台上，用重物带动纸带从静止开始自由下落，利用此装置可“验证机械能守恒定律”。

(1) 已准备的器材有：打点计时器(带导线)、纸带、复写纸、带铁夹的铁架台和带夹子的重物，此外还必需的器材是_____ (只有一个选项符合要求，填选项前的符号)。

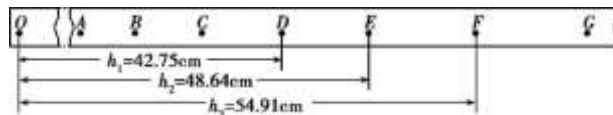
- A. 直流电源、天平及砝码 B. 直流电源、刻度尺
- C. 交流电源、天平及砝码 D. 交流电源、刻度尺

(2) 下列说法正确的是 (_____)

- A. 为了减小误差，重物质量应小些
- B. 将连接重物的纸带穿过限位孔，用手提住，让重物尽量靠近打点计时器
- C. 实验时，应先松开纸带，重物运动稳定后再接通电源
- D. 若 t 为起点到某点的时间，可用公式 $v = gt$ 计算该点的速度



(3) 安装好实验装置，正确进行实验操作，从打出的纸带中选出符合要求的纸带，如图所示(其中一段纸带图中未画出)。图中 O 点为打出的起始点，且速度为零。选取在纸带上连续打出的点 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 、 G 作为计数点。其中测出 D 、 E 、 F 点距起始点 O 的距离如图所示。已知打点计时器打点周期为 $T=0.02s$ 。由此可计算出打 E 点时重物的瞬时速度 $v_E =$ _____ m/s (结果保留三位有效数字)。

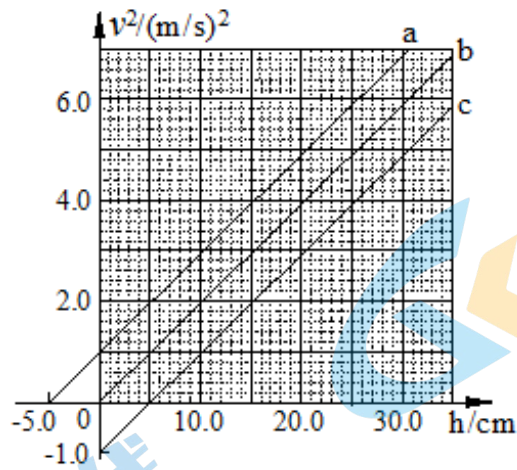


(4) 若已知当地重力加速度为 g ，代入图中所测的数据进行计算，并将 $\frac{1}{2}v_E^2$ 与 _____ 进行比较 (用题中所给字母表示)，即可在误差范围内验证，从 O 点到 E 点的过程中重物的机械能是否守恒。

(5) 通过分析实验数据，重物动能的增加量 _____ (选填“大于”、“小于”、“等于”) 重物重力势能的减小量，造成此误差的原因可能是 _____。

(6) 某同学进行数据处理时不慎将纸带前半部分损坏，找不到打出的起始点 O 了，如图所示。于是他利用剩余的纸带进行如下的测量：以 A 点为起点，测量各点到 A 点的距离 h ，计算出重物下落到各点的速度 v ，并作出 v^2-h 图像。图中给出了 a 、 b 、 c 三条平行直线，他作出的图像应该是 _____ 图线；由图像所给的数据可以得出物体下落的实际加速度为 _____ m/s^2 (结果保留三位有效数字)。





三、解答题

16. 如图所示，质量为 20kg 的小孩坐在雪橇上，现用一个与水平方向成 $\alpha = 37^\circ$ 、大小为 60N 的力 F 拉着雪橇沿水平地面从静止开始以 $a = 0.5\text{m/s}^2$ 的加速度做匀加速直线运动，已知雪橇的质量为 20kg ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 求：

- (1) 2s 内拉力对雪橇做的功是多少？
- (2) 2s 内拉力的平均功率；
- (3) 2s 末拉力的瞬时功率。



17. 一个质量为 60kg 的蹦床运动员，从离水平网面 3.2m 高处自由下落，着网后沿竖直方向蹦回到离水平网面 5.0m 高处。已知运动员与网接触的时间为 0.8s ， g 取 10m/s^2 。

- (1) 求运动员与网接触的这段时间内动量的变化量；
- (2) 求网对运动员的平均作用力大小；
- (3) 求从自由下落开始到蹦回离水平网面 5.0m 高处这一过程中运动员所受重力的冲量、弹力的冲量。

18. 如图甲所示，一根轻质弹簧上端固定在天花板上，下端挂一小球（可视为质点），弹簧处于原长时小球位于 O 点。将小球从 O 点由静止释放，小球沿竖直方向在 OP 之间做往复运动，如图乙所示。小球运动过程中弹簧始终处于弹性限度内。不计空气阻力，重力加速度为 g 。

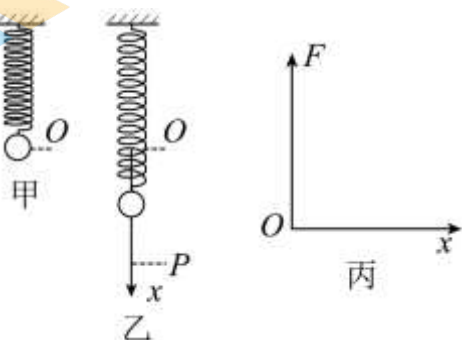
(1) 在小球运动的过程中，经过某一位置 A 时动能为 E_{k1} ，重力势能为 E_{p1} ，弹簧弹性势能为 $E_{\text{弹}1}$ ，经过另一位置 B 时动能为 E_{k2} ，重力势能为 E_{p2} ，弹簧弹性势能为 $E_{\text{弹}2}$ 。请根据功是能量转化的量度，证明：小球由 A 运动到 B 的过程中，小球、弹簧和地球组成的物体系统机械能守恒；

(2) 已知弹簧劲度系数为 k 。以 O 点为坐标原点，竖直向下为 x 轴正方向，建立一维坐标系 $O-x$ ，如图乙所示。

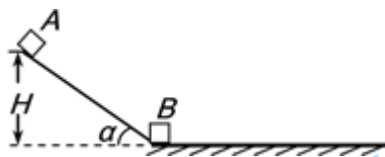
a. 请在图丙中画出小球从 O 运动到 P 的过程中，弹簧弹力的大小 F 随相对于 O 点的位移 x 变化的图象。

根据 $F-x$ 图象求：小球从 O 运动到任意位置 x 的过程中弹力所做的功 W ，以及小球在此位置时弹簧的弹性势能 $E_{\text{弹}}$ ；（设弹簧在原长时弹性势能为 0 ）

b. 已知小球质量为 m 。求小球运动过程中瞬时速度最大值的大小 v 。



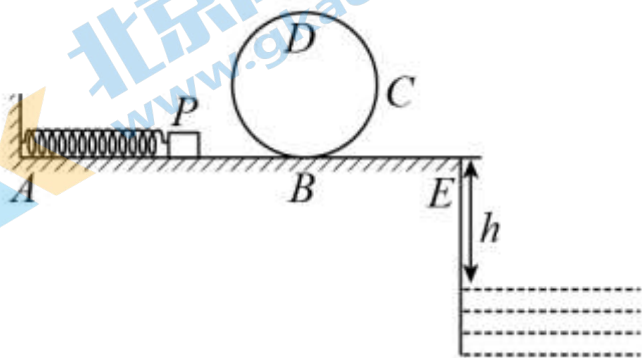
19. 如图所示，竖直平面内光滑的斜面与粗糙的水平桌面平滑连接，滑块 B 静止在斜面底端。现将滑块 A 从斜面顶端无初速度释放， A 与 B 碰撞后结合为一个整体，并沿桌面滑动。已知斜面高 $H=0.2\text{ m}$ ，与水平面之间的夹角为 $\alpha=30^\circ$ ， A 和 B 的质量相同， A 和 B 整体与桌面之间的动摩擦因数 $\mu=0.2$ 。滑块 A 、 B 可视为质点，取 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求：



- (1) A 在斜面上运动的时间 t ；
- (2) 碰撞后瞬间 A 和 B 整体的速度大小 v ；
- (3) A 和 B 整体在桌面上运动的最大距离 L 。

20. 无锡巧克力乐园要建造一个游乐设施，在设计过程中先用模型来检测设施的可行性。其模型如下图所示：轻质弹簧水平放置，一端固定在 A 点，另一端与物块 P （可视为质点）接触但不连接。水平轨道 ABE 与竖直固定的光滑圆轨道 BCD 相切于 B ，圆轨道半径为 R ，水平轨道 BE 粗糙，其动摩擦因数为 μ ，其余各处摩擦不计。 BE 距离为 L ， E 点距水面的高度为 h 。试验时物块每次压缩弹簧相同长度后，由静止释放。当物块质量为 $3m$ 时，恰好能到达圆形轨道的 C 点， C 点与圆心 O 等高；当物块质量为 m 时，物块做完整的圆周运动，又经 B 点滑至 E 点，最后水平飞入水池内，重力加速度为 g 。求：

- (1) 弹簧被压缩时的最大弹性势能 E_p ；
- (2) 当物块质量为 m 时，到达最高点处轨道对物块的作用力大小；
- (3) 在 (2) 情况下，要在水面上放一只救生圈保证游客安全，求救生圈所放位置离水池边缘的水平距离 x 。



21. 万有引力定律发现的历史是物理学中一段波澜壮阔的历史，开普勒、牛顿等科学家都贡献了自己的智慧。开普勒在第谷留下的浩繁的观测数据中发现了行星运动的三大定律：①所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上；②对任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等时间内扫过相等的面积；③所有行星的轨道的半长轴的三次方跟它的公转周期的二次方的比值都相等，即： $\frac{a^3}{T^2} = K$ 。牛顿是经典物理学的集大成者，他利用数学工具和开普勒定律发现万有引力定律之时，虽未得到万有引力常量 G 的具体值，但在不停的思考中猜想到：拉住月球使它围绕地球运动的力与使苹果落地的力，是否都是地球的引力，并且都与太阳和行星间的引力遵循统一的规律--平方反比规律？牛顿给出了著名的“月地检验”方案：他认为月球绕地球近似做匀速圆周运动，首先从运动学的角度计算出了月球绕地球做匀速圆周运动的向心加速度 a_{n1} ；他又从动力学的角度计算出了物体在月球轨道上的向心加速度 a_{n2} 。他认为可以通过比较两个加速度的计算结果是否一致验证遵循统一规律的猜想。

- (1) 牛顿对于万有引力定律的推导过程严谨而繁琐，中学阶段可以借鉴牛顿的思想（即从运动角度推理物体的受力）由简化的模型得到。若将行星绕太阳的运动视为匀速圆周运动，圆周运动半径为 r ，行星质量为 m ，太阳质量为 M ，请你结合开普勒定律、圆周运动、牛顿定律等知识，证明：太阳与行星之间的引力与它们质量的乘积成正比，它们距离平方成反比，即： $F_{引} \propto \frac{Mm}{r^2}$ 。

(2) 牛顿时代已知如下数据：月球绕地球运行的周期 T 、地球半径 R 、月球与地球间的距离 $60R$ 、地球表面的重力加速度 g 。

- a. 请你分别从运动学的角度和动力学的角度推导出“月地检验”中的两个加速度 a_{n1} 、 a_{n2} 的大小表达式；
- b. 已知月球绕地球做圆周运动的周期约为 $T=2.4\times 10^6\text{s}$ ，地球半径约为 $R=6.4\times 10^6\text{m}$ ，计算时可取 $g\approx\pi^2\text{m/s}^2$ 。结合题中的已知条件，求上述两个加速度大小的比值 a_{n1}/a_{n2} （保留两位有效数字），并得出合理的结论。

2021 北京五十七中高二（上）期中物理

参考答案

一.单选题（每小题 3 分）

1. B

【详解】

一物体在地球表面时，有

$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

当该物体在距地面高 R 处时，有

$$F' = \frac{GMm}{(2R)^2} = \frac{GMm}{R^2} \cdot \frac{1}{4}$$

联立解得

$$F' = \frac{F}{4}$$

故 ACD 错误，B 正确。

故选 B。

2. A

【详解】

由图可知，“神州十二号”的轨道半径小于“天和核心舱”的轨道半径：

A. 根据

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

得

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

可得“神州十二号”运行的周期比“天和核心舱”更小，故 A 正确；

B. 根据

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

得

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

可得“神州十二号”运行时的线速度比“天和核心舱”更大，故 B 错误；

C. 由于“神州十二号”的质量和“天和核心舱”的质量大小无法比较，所以无法比较“神州十二号”运行时的向心力与“天和核心舱”的向心力大小，故 C 错误；

D. 对于两者都围绕地球做匀速圆周运动，万有引力提供向心力，则“神州十二号”和“天和核心舱”都处于完全失重状态，故 D 错误。

故选 A。

3. B

【详解】

A. 根据万有引力等于重力，有

$$G \frac{m_{\text{地}} m}{R^2} = mg$$

则

$$m_{\text{地}} = \frac{gR^2}{G}$$

故 A 错误；

B. 根据万有引力提供向心力有

$$\frac{G m_{\text{太}} m}{L_2^2} = m L_2 \left(\frac{2\pi}{T_2} \right)^2$$

解得

$$m_{\text{太}} = \frac{4\pi^2 L_2^3}{G T_2^2}$$

故 B 正确；

C. 根据题中的物理量，无法求出月球的质量。故 C 错误；

D. 月球的质量无法求出，则无法求出月球的密度。故 D 错误。

故选 B。

4. C

【详解】

- A. 根据开普勒第三定律知，由于圆轨道 I 上运行时的半径大于在椭圆轨道 II 上的半长轴，故在圆轨道 I 上的周期大于在椭圆轨道 II 上的周期，A 错误；
- B. 第一宇宙速度是最大环绕速度，则沿轨道 I 运行的速度小于月球的第一宇宙速度，B 错误；
- C. 要想让卫星进行近月轨道，经过轨道 I 的 P 点时必须进行减速，从而使万有引力大于其需要的向心力，做近心运动，C 正确；
- D. 卫星经过 P 点时的加速度由万有引力产生，不管在哪一轨道只要经过同一个 P 点时，万有引力在 P 点产生的加速度相同，D 错误。

故选 C。

5. C

【详解】

AD. 某颗卫星的星下点轨迹图是一个点，说明该卫星相对地球静止，是地球同步卫星，位于赤道上空，AD 错误；

B. 因为卫星的轨道半径不是地球半径为 R ，所以卫星的线速度不是

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

故 B 错误；

C. 地球自转的周期为 T ，该卫星受到的万有引力提供向心力得

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

在地球表面的万有引力等于重力，即有

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

解得加速度为

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

联立可得该卫星的轨道半径为

$$r = \sqrt[3]{\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}}$$

C 正确。

故选 C。

6. D

【详解】

- A. 树叶从枝头飘落的过程，空气阻力对树叶做功，机械能不守恒，故 A 错误；
- B. 热气球缓缓升空，浮力对气球做功，机械能不守恒，故 B 错误；
- C. 汽车关闭油门后沿水平公路向前滑行，摩擦力对汽车做功，机械能不守恒，故 C 错误；
- D. 被运动员掷出的铅球在空中飞行的过程，空气阻力对铅球的作用可忽略不计，则只有重力对铅球做功，故机械能守恒，故 D 正确。

故选 D。

7. A

【详解】

根据

$$I=Ft$$

可知两物体受到的冲量相同，则动量变化相同，即撤去外力时两物体动量等大反向，根据动量守恒定律可知，碰后黏在一起时总动量为零，即最终静止。

故选 A。

8. C

【详解】

- A. 两球的加速度均为 g ，则速度变化快慢程度相同，选项 A 错误；
- B. 任意相同时刻，两球的竖直速度不相同，则根据

$$P_G=mgv_y$$

可知重力做功的瞬时功率不相等，选项 B 错误；

C. 根据动量定理可知，两球的动量变化率等于重力，可知动量变化率相同，选项 C 正确；

D. 根据

$$I=mgt$$

可知，两球在空中运动的时间不等，则重力对两小球的冲量不相同，选项 D 错误。

故选 C。

9. D

【详解】

A. 重力势能与参考面的选取有关，选项 A 正确，不符合题意；

B. 重力做功与参考面的选取无关，选项 B 正确，不符合题意；

C. 重力做功和重力势能变化量的关系总是满足

$$W = -\Delta E_p$$

选项 C 正确，不符合题意；

D. 重力做功的多少与是否存在阻力无关，即如果下落过程中空气阻力不可忽略，则表中的数据不会发生变化，选项 D 错误，符合题意。

故选 D。

10. B

【详解】

A. 物体重力势能的减少量等于重力所做的功，即

$$\Delta E_p = mgh$$

A 错误；

D. 物体动能的增加量等于合外力所做的功，即

$$\Delta E_k = F_{\text{合}} h = mah = \frac{4}{5} mgh$$

D 错误；

BC. 阻力所做的功等于机械能的变化量，由牛顿第二定律可得

$$mg - f = ma$$

解得

$$f = \frac{1}{5} mg$$

据功能关系可得

$$\Delta E_{\text{机}} = W_f = \frac{1}{5} mgh$$

即阻力对物体做的功为 $-\frac{1}{5}mgh$ ，物体的机械能减少了 $\frac{1}{5}mgh$ ，C 错误，B 正确。

故选 B。

11. A

【详解】

A. 在下落过程中重力一直向下，与运动方向相同，故重力一直做正功，故 A 正确；

B. 在小朋友接触床面向下运动到最低点的过程中，床面对小朋友的弹力一直向上，而位移向下，所以弹力一直做负功，故 B 错误；

C. 由于弹力做负功，故小朋友的机械能一定减小，故 C 错误；

D. 弹力从零开始逐渐增大，弹力先小于重力，后大于重力，小朋友的合力先向下后向上，速度先增大后减小，所以小朋友的动能先增大后减小，故 D 错误。

故选 A。

12. C

【详解】

AB. 无论安全气囊是否打开，模拟乘员的初末动量不变，动量变化量不变，根据

$$I = \Delta p$$

受到撞击力的冲量不变，故 AC 错误；

C. 安全气囊打开时，模拟乘员速度变化的时间增加，而动量变化量不变，则模拟乘员的动量变化慢，根据

$$Ft = \Delta p$$

可知，模拟乘员受到的撞击力小，故 C 正确 D 错误。

故选 C。

13. A

【详解】

A. 物块从斜面顶端下滑到底端的过程中，由图可知重力势能减少 30J，则重力做功 30J，故 A 正确；

B. 由图知，物块从斜面顶端下滑到底端的过程中，动能增加 10J，则根据动能定理有

$$W_G + W_f = \Delta E_k$$

代入数据解得摩擦阻力做功

$$W_f = -20\text{J}$$

则克服摩擦阻力做功为 20J，故 B 错误；

C. 动能增加 10J，根据动能定理可知合力做功为 10J，故 C 错误；

D. 运动过程中有阻力做负功，物块的机械能不守恒，故 D 错误。

故选 A。

14. C

【详解】

毽子在某时刻的重力势能

$$E_p = E_{p0} - mgh = E_{p0} - mg \cdot \frac{1}{2}at^2$$

则 E_p-t 图像应该是开口向下，向下弯曲的曲线；因为毽子受空气阻力正比于速度，则

$$a = \frac{mg - kv}{m} = g - \frac{k}{m}v$$

则随速度增加，加速度减小，当加速度减为零时，毽子匀速下落，此时下落的距离随时间均匀减小，则重力势能随时间均匀减小。高度足够高，毽子在落地之前已经匀速，则图像为 C。

故选 C。

二. 实验题 (1-5 小问每问 2 分，第 6 小问每空 2 分，共 14 分)

15. D B 3.04 gh_2 小于 因为有阻力做负功 a 10.0

【详解】

(1) 要验证的关系是 $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ，两边消掉了 m ，则不需要天平，还需要刻度尺和交流电源，故选 D。

(3) 打 E 点时重物的瞬时速度

$$v_E = \frac{x_{DF}}{2T} = \frac{0.5491 - 0.4275}{2 \times 0.02} \text{m/s} = 3.04 \text{m/s}$$

(4) 要验证的关系是

$$mgh_2 = \frac{1}{2}mv_E^2$$

即

$$\frac{1}{2}v_E^2 = gh_2$$

即比较 $\frac{1}{2}v_E^2$ 与 gh_2 ，即可在误差范围内验证，从 O 点到 E 点的过程中机械能是否守恒。

(5) 因为重物受空气阻力和纸带与限位孔间的摩擦阻力做负功，动能的增加量小于重力势能的减小量

(6) 以 A 点为起点，测量各点到 A 点的距离 h ，由于 A 点速度不为零，可知 $h=0$ 时，纵轴坐标不为零，可知正确的图线为 a ；

根据 $v^2 = v_0^2 + 2gh$ 可知 v^2-h 图像的斜率为

$$k=2g$$

则由图像可知

$$g = \frac{1}{2}k = \frac{1}{2} \times \frac{4.0-1.0}{0.15} = 10.0\text{m/s}^2$$

三. 解答题

16. (每小问 2 分，共 6 分)

(1) 48J; (2) 24W; (3) 60W

【详解】

(1) 2s 内雪橇的位移为

$$l = \frac{1}{2}at^2 = 1\text{m}$$

拉力对雪橇做的功是

$$W_F = Fl \cos \alpha = 60 \times 1 \times 0.8\text{J} = 48\text{J}$$

(2) 2s 内拉力的平均功率

$$P = \frac{W}{t} = \frac{48}{2}\text{W} = 24\text{W}$$

(3) 2s 末雪橇的速度为

$$v = at = 0.5 \times 2\text{m/s} = 1\text{m/s}$$

2s 末拉力的瞬时功率

$$P = Fv = 60 \times 1\text{W} = 60\text{W}$$

17. (6 分)

(1) 1080kg·m/s; (2) 1950N; (3) 1560N·s, 方向向下, 1560N·s, 方向向上

【详解】

(1) 向下接触网面的速度为

$$v_1^2 = 2gh_1$$

向上离开网面的速度为

$$v_2^2 = 2gh_2$$

向上为正，动量的变化量为

$$\Delta p = mv_2 - mv_1$$

解得

$$\Delta p = 1080 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

(2) 网对运动员的平均作用力，根据动量定理

$$\bar{F}t - mgt = \Delta p$$

解得

$$\bar{F} = 1950 \text{ N}$$

(3) 向下接触网面的时间

$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2$$

解得

$$t_1 = 0.8 \text{ s}$$

向上运动到最高的时间

$$h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2$$

解得

$$t_2 = 1 \text{ s}$$

重力的冲量

$$I_G = mg(t_1 + t_2 + t) = 1560 \text{ N} \cdot \text{s}$$

方向向下，弹力的冲量

$$I_{\bar{F}} = \bar{F}t = 1560 \text{ N} \cdot \text{s}$$

方向向上。

18. (8分)

【详解】

(1) 设重力做的功为 W_G ，弹力做的功为 $W_{\text{弹}}$

根据动能定理

$$W_G + W_{\text{弹}} = E_{k2} - E_{k1}$$

由重力做功与重力势能的关系

$$W_G = E_{p1} - E_{p2}$$

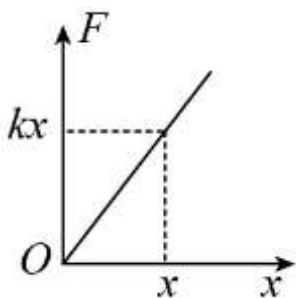
由弹力做功与弹性势能的关系

$$W_{\text{弹}} = E_{\text{弹}1} - E_{\text{弹}2}$$

联立以上三式可得

$$E_{k1} + E_{p1} + E_{\text{弹}1} = E_{k2} + E_{p2} + E_{\text{弹}2}$$

(2) a. $F-x$ 图象如下图所示



图中的图线和 x 轴围成的面积表示功的大小

所以弹力做功为

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

由弹力做功与弹性势能的关系

$$W_{\text{弹}} = 0 - E_{\text{弹}}$$

解得

$$E_{\text{弹}} = \frac{1}{2}kx^2$$

b. 小球由 O 点到 P 过程中，当弹力等于重力时小球有最大速度，此时有

$$mg = kx$$

根据动能定理

$$mgx - \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

解得

$$v = g\sqrt{\frac{m}{k}}$$

19. (8分) (1) 0.4 s (2) 1 m/s (3) 0.25 m

【详解】

(1) 滑块 A 在斜面上的加速度 $a = g \sin \alpha = 5 \text{ m/s}^2$

$$\text{由 } \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{1}{2}at^2,$$

得 $t = 0.4 \text{ s}$

(2) 设滑块 A 质量为 m , A 到达斜面底端时速度为 v_1 .

$$\text{由机械能守恒定律 } mgH = \frac{1}{2}mv_1^2,$$

得 $v_1 = 2 \text{ m/s}$

由动量守恒定律 $mv_1 = 2mv$, 得 $v = 1 \text{ m/s}$

(3) 由动能定理 $-2\mu mgL = 0 - \frac{1}{2} \times 2mv^2$, 得 $L = 0.25 \text{ m}$

20. (8分)

(1) $3mgR$; (2) $F_N = mg$; (3) $x = 2\sqrt{3hR - \mu Lh}$

【详解】

(1) 对质量为 $3m$ 的物体, 从静止到 C 点, 由动能定理得

$$W_{\text{弹}} - 3mgR = \frac{1}{2} \cdot 3mv_c^2 - 0$$

又物体恰好能到达圆形轨道的 C 点, 即在 C 点速度为 0, 则

$$E_p = W_{\text{弹}} = 3mgR$$

(2) 当物块质量为 m 时, 物块从释放点至圆形轨道的最高点过程, 由动能定理得

$$W_{\text{弹}} - mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_D^2 - 0$$

由牛顿第二定律得

$$F_N + mg = m \frac{v_D^2}{R}$$

解得最高点处轨道对物块的作用力

$$F_N = mg$$

(3) 当物块质量为 m 时, 物块从释放点至 E 点过程, 由动能定理得

$$W_{\text{弹}} - \mu mgL = \frac{1}{2}mv_E^2 - 0$$

然后物体做平抛运动, 由平抛运动的规律得

$$h = \frac{1}{2}gt^2, \quad x = v_E t$$

解得救生圈所放位置离水池边缘的水平距离

$$x = \sqrt{12hR - 4\mu Lh} = 2\sqrt{3hR - \mu Lh}$$

22. (8分) (1) 见解析; (2)a. $a_{n1} = \frac{240\pi^2 R}{T^2}$ $a_{n2} = \frac{1}{3600}g$ b. $\frac{a_{n1}}{a_{n2}} = 0.96$

【详解】

(1) 由牛顿第二定律可知, 行星做圆周运动的向心力等于行星与恒星之间的引力:

$$F_{\text{引}} = F_{\text{向}} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r \quad \text{①}$$

根据开普勒第三定律可知:

$$\frac{r^3}{T^2} = K \quad \text{②}$$

由①②可知

$$F_{\text{引}} = 4\pi^2 K \frac{m}{r^2} \propto \frac{m}{r^2} \quad \text{③}$$

由对称性, 可知

$$F_{\text{引}} \propto \frac{M}{r^2} \quad \text{④}$$

根据牛顿第三定律可知, 力的作用是相互的, 可知

$$F_{\text{引}} \propto \frac{Mm}{r^2} \quad \text{⑤}$$

从而可知：

$$F_{引} \propto \frac{Mm}{r^2}$$

(2) a. 月球绕地球做匀速圆周运动，由运动学公式：

$$a_{n1} = \omega^2 \times 60R$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

解得：

$$a_{n1} = \frac{240\pi^2 R}{T^2}$$

质量为 m 的物体在地面上受到的重力：

$$G = mg \propto \frac{1}{R^2}$$

质量为 m 的物体在月球轨道上受到的引力：

$$F = ma_{n2} \propto \frac{1}{(60R)^2}$$

解得：

$$a_{n2} = \frac{1}{3600} g$$

b. 由以上结果得：

$$\frac{a_{n1}}{a_{n2}} = \frac{240\pi^2 R \times 3600}{T^2 g}$$

代入已知数值得：

$$\frac{a_{n1}}{a_{n2}} = 0.96$$

由以上结果可以看出，在误差范围内可认为 $a_1 = a_2$ ，这说明物体在地面上所受重力与地球吸引月球的力是同一性质的力，遵循与距离的平方成反比的规律。

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 40W+，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百场，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。



微信搜一搜

北京高考资讯

官方微信公众号: bjgkzx

官方网站: www.gaokzx.com

咨询热线: 010-5751 5980

微信客服: gaokzx2018

关注北京高考在线官方微信: [北京高考资讯\(微信号:bjgkzx\)](https://www.gkaozx.com), 获取更多试题资料及排名分析信息。