

2023 北京二十中高 一（下）期中

物 理

一、单项选择题。本题共 10 小题，在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。

（每小题 3 分，共 30 分）

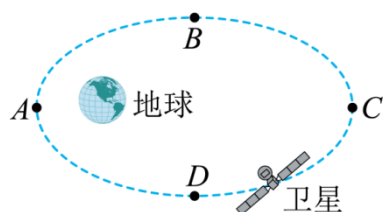
1. 下列哪个物理量是矢量（ ）

- A. 质量 B. 动能 C. 势能 D. 动量

2. “亚洲一号”是地球同步通讯卫星，其质量约为 $1.24 \times 10^3 \text{ kg}$ ，下列关于同步卫星说法中正确的是（ ）

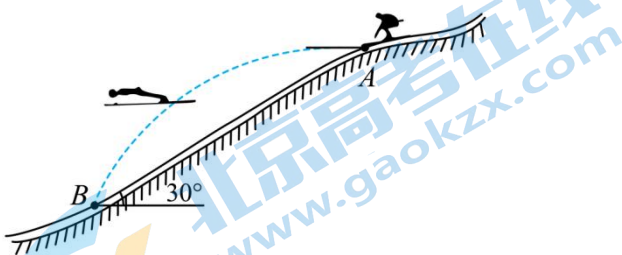
- A. 不同质量的同步卫星轨道半径不同
B. 它的运行速度应是 7.9 km/s
C. 它可以绕过北京的正上方，所以我国能利用它进行电视转播
D. 已知“亚洲一号”距地面的高度约为地球半径的 5 倍，所以它的向心加速度约为其地面上物体的重力加速度的 $\frac{1}{36}$

3. 如图所示，一颗卫星绕地球做椭圆运动，运动周期为 T ，图中虚线为卫星的运行轨迹， A 、 B 、 C 、 D 是轨迹上的四个位置，其中 A 距离地球最近， C 距离地球最远。 B 和 D 点是弧线 ABC 和 ADC 的中点，下列说法正确的是（ ）



- A. 卫星在 A 点的速度最大 B. 卫星在 B 点的速度最大
C. 卫星在 C 点的速度最大 D. 卫星在 D 点的速度最大

4. 跳台滑雪是一种勇敢者的运动，运动员穿专用滑雪板从跳台飞出，在空中飞行一段距离后着陆。某运动员从跳台 A 处沿水平方向飞出在斜坡 B 处着陆，如图所示。不计空气阻力。运动员从 A 至 B 的过程中（ ）

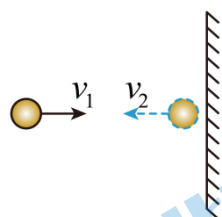


- A. 重力势能增大 B. 动能减小
C. 机械能保持不变 D. 机械能减小

5. “天舟一号”货运飞船于 2017 年 4 月 20 日在文昌航天发射中心成功发射升空，它与“天宫二号”空间实验室对接前，在距离地面约 380km 的圆轨道上飞行。已知地球同步卫星距地面的高度约为 36000km。关于“天舟一号”，下列说法正确的是（ ）

- A. 线速度小于地球同步卫星的线速度
- B. 线速度小于第一宇宙速度
- C. 向心加速度小于地球同步卫星加速度
- D. 周期大于地球自转周期

6. 一个质量为 0.1kg 的小球以 3m/s 的速度水平向右运动，碰到墙壁后以 3m/s 的速度沿同一直线反弹，取水平向右为正方向，则碰撞前后小球的动能和动量分别变化了（ ）

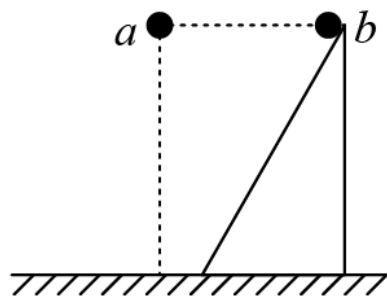


- A. 0.9J, 0
- B. 0, 0.6kg·m/s
- C. 0, -0.6kg·m/s
- D. -0.9J, 0

7. 质量为 1kg 的小球从高处自由下落，落地时速率为 10m/s，与地面碰撞反弹离开地面时速率为 8m/s，设球与地面作用时间为 0.2s。则地面对小球的平均冲力为（ ）

- A. 10N
- B. 80N
- C. 90N
- D. 100N

8. 如图所示，两个质量相同的物体 a 、 b ，在同一高度处， a 自由下落， b 沿光滑斜面由静止下滑，则下列说法正确的是（ ）



- A. 从开始运动到落地前瞬间，重力的平均功率 $\overline{P_a} > \overline{P_b}$
- B. 从开始运动到落地前瞬间，重力的平均功率 $\overline{P_a} = \overline{P_b}$
- C. 落地前瞬间重力的瞬时功率 $P_a < P_b$
- D. 落地前瞬间重力的瞬时功率 $P_a = P_b$

9. 如图为我国高速铁路使用的“复兴号”动车组，假设动车组运行过程中受到的阻力与速度的平方成正比。若动车以 120km/h 的速度匀速行驶，发动机的功率为 P 。当动车以速度 240km/h 匀速行驶，则发动机的功率为（ ）



A. P

B. $2P$

C. $4P$

D. $8P$

10. 冥王星与其附近的另一星体卡戎可视为双星系统，质量比约为 $7:1$ ，同时绕它们连线上某点 O 做匀速圆周运动，由此可知，冥王星绕 O 点运动的

A. 轨道半径约为卡戎的 $\frac{1}{7}$

B. 角速度大小约为卡戎的 $\frac{1}{7}$

C. 线速度大小约为卡戎的 7 倍

D. 向心力大小约为卡戎的 7 倍

二、多项选择题。本题共 5 小题，在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的。

（每小题 3 分，共 15 分。每小题全选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，不选或有选错的该小题不得分）

11. 用同样大小的力 F 作用于放在同一粗糙水平面上完全相同的木块，第一块受力方向与水平面成 θ 角斜向上，第二块受力方向与水平面成 θ 角斜向下，第三块受力方向沿水平方向，三块木块都从静止运动相同距离，则正确的说法是（ ）

A. 力 F 斜向上时，需克服的摩擦阻力较小，故力 F 做的功最多

B. 力 F 斜向下时，物体克服的摩擦力做功最多

C. 因三种情况力和位移都一样大，故力做的功一样多

D. 第一、二种情况力做的功一样多，但都小于第三种情况力做的功

12. 假如地球自转加快，下列说法中正确的是（ ）

A. 放在赤道地面上的物体所受的万有引力不变

B. 放在赤道地面上的物体重力减小

C. 放在两极地面上的物体的重力不变

D. 放在两极地面上的物体的重力减小

13. “中国天眼”（FAST）设施已发现脉冲星数量超过 240 颗。脉冲星是快速自转的中子星，每自转一周，就向外发射一次电磁脉冲信号，因此而得名。若观测到某中子星发射电磁脉冲信号的周期为 T 。已知该中子星的半径为 R ，引力常量为 G 。则根据上述条件不可以求出（ ）

A. 该中子星的密度

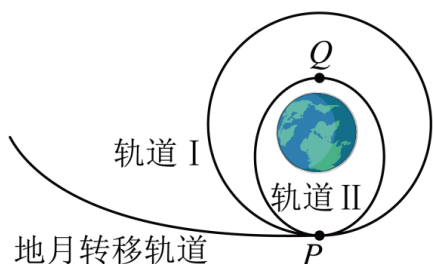
B. 该中子星的第一宇宙速度

C. 该中子星表面的重力加速度

D. 该中子星赤道上的物体随中子星转动的线速度

14. 2013 年 12 月 6 日，“嫦娥三号”携带月球车“玉兔号”运动到地月转移轨道的 P 点时做近月制动后被月球俘获，成功进入环月圆形轨道 I 上运行，如图所示。在“嫦娥三号”沿轨道经过 P 点时，通过调整速度使其进入椭圆轨道 II，在沿轨道 II 经过 Q 点时，再次调整速度后又经过一系列辅助动作，成功实现了其在月球上的“软着陆”。对于“嫦娥三号”沿轨道 I 和轨道 II 运动的过程，若以月球为参考系，且只考虑月球对

它的引力作用，下列说法中正确的是（ ）



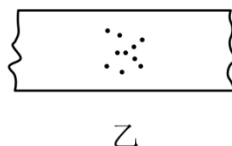
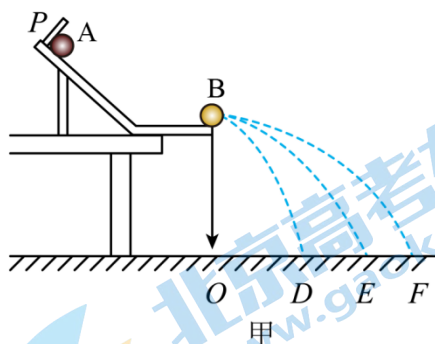
- A. 沿轨道II经过 P 点时的速度大于经过 Q 点时的速度
- B. 沿轨道II经过 Q 点时的机械能等于经过 P 点时的机械能
- C. 沿轨道I经过 P 点时的速度等于沿轨道II经过 P 点时的速度
- D. 沿轨道I经过 P 点时的加速度等于沿轨道II经过 P 点时的加速度

15. “蹦极”运动中，长弹性绳的一端固定，另一端绑在人身上，人从几十米高处跳下。将蹦极过程简化为人沿竖直方向的运动。从绳恰好伸直，到人第一次下降至最低点的过程中若不计空气阻力，下列分析正确的是（ ）

- A. 绳对人的冲量始终向上，人的动量先增加后减小
- B. 绳对人的拉力始终做负功，人的动能一直减小
- C. 绳恰好伸直时，人的动能最大
- D. 人的动量最大时，绳对人的拉力等于人所受的重力

三、实验题。（本题共 2 小题，共 16 分。）

16. 某同学利用图甲所示的装置进行“验证动量守恒定律”的实验。在水平地面上依次铺上白纸、复写纸，记下小球抛出点在记录纸上的垂直投影点 O 。实验时，先调节轨道末端水平，使 A 球多次从斜轨上位置 P 静止释放，根据白纸上小球多次落点的痕迹找到其平均落地点的位置 E 。然后，把半径相同的 B 球静置于水平轨道的末端，再将 A 球从斜轨上位置 P 静止释放，与 B 球相碰后两球均落在水平地面上，多次重复上述 A 球与 B 球相碰的过程，根据小球在白纸上多次落点的痕迹（图乙为 B 球多次落点的痕迹）分别找到碰后两球落点的平均位置 D 和 F 。用刻度尺测量出水平射程 OD 、 OE 、 OF 。用天平测得 A 球的质量为 m_A ，B 球的质量为 m_B 。



(1) 关于实验器材，下列说法正确的是_____；

- A. 实验轨道必须光滑
- B. 该实验不需要秒表计时

C. A 球的质量可以小于 B 球的质量

(2) 关于实验操作, 下列说法正确的是_____;

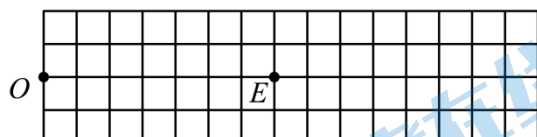
A. 实验过程中白纸和复写纸可以随时调整位置

B. A 球每次必须从同一位置由静止释放

C. B 球的落点并不重合, 说明该同学的实验操作出现了错误

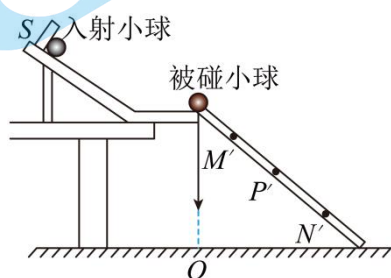
(3) 若满足关系式_____, 则可以认为两球碰撞前后动量守恒 (用所测物理量表示)。

(4) 该同学做实验时所用小球的质量分别为 $m_A = 45\text{g}$ 、 $m_B = 7.5\text{g}$, 丙图所示的实验记录纸上已标注了该实验的部分信息, 若两球碰撞为弹性碰撞, 请将碰后 B 球落点的位置标注在丙图中_____。

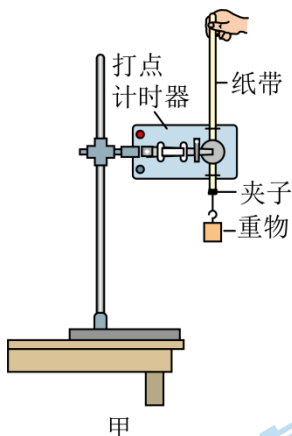


丙

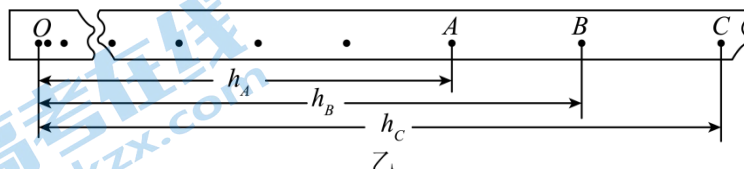
(5) 完成上述实验后, 某实验小组对上述装置进行了改装, 如图所示, 在水平槽末端与水平地面间放置了一个斜面, 斜面的顶点与水平槽等高且无缝连接, 使小球 A 仍从斜槽上 S 点由静止滚下, 多次实验, 得到两球落在斜面上的平均落点 M' 、 P' 、 N' 。用刻度尺测量斜面顶点到 M' 、 P' 、 N' 三点的距离分别为 l_1 、 l_2 、 l_3 。则验证两球碰撞过程中动量守恒的表达式为_____ (用所测物理量的字母表示)。



17. 利用图甲装置做“验证机械能守恒定律”实验。



甲



乙

(1) 除带夹子的重物、纸带、铁架台 (含铁夹)、电磁打点计时器、导线及开关外, 在下列器材中, 还必须使用的两种器材是_____。

A. 低压交流电源 B. 刻度尺 C. 天平 (含砝码)

(2) 实验中, 先接通电源, 再释放重物, 得到图乙所示的一条纸带, 在纸带上选取三个连续打出的点 A 、 B 、 C , 测得它们到起始点 O 的距离分别为 h_A 、 h_B 、 h_C , 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 。从打 O 点到打 B 点的过程中，重物的重力势能变化量 $\Delta E_p =$ _____，动能变化量 $\Delta E_k =$ _____。

(3) 各地大多数学生的实验结果显示，重力势能的减少量大于动能的增加量，可能的原因是_____。(本题只有一个选项正确)

- A. 处理纸带时，没有每隔 4 点取一个计数点
- B. 重力加速度取值偏大
- C. 存在空气阻力和摩擦阻力的影响
- D. 没有采用多次实验取平均值的方法

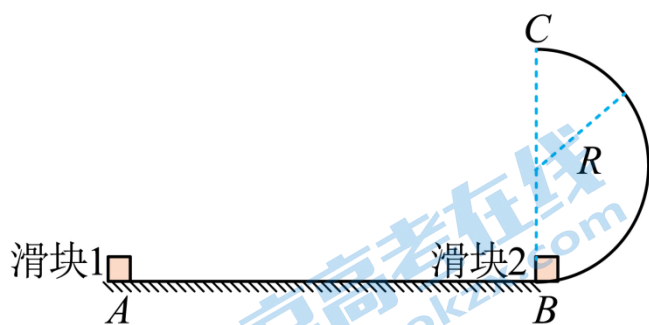
四、论述、计算题。(本题共 4 小题。共 39 分，要求：写出必要的文字说明、方程式、演算步骤和答案。有数值计算的题，答案必须明确写出数值和单位。)

18. 人类发射的空间探测器进入某行星的引力范围后，绕该行星做匀速圆周运动，已知该行星的半径为 R ，探测器运行轨道在其表面上空高为 h 处，运行周期为 T ，引力常量为 G 。求：

- (1) 探测器的线速度大小；
- (2) 该行星的质量；
- (3) 该行星的平均密度。

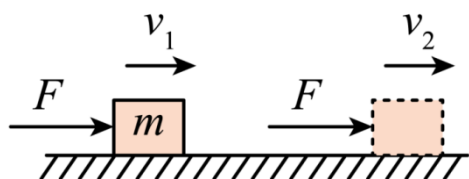
19. 如图所示， AB 段是长为 $5R$ 的粗糙水平轨道， BC 段是半径为 R 的光滑竖直半圆形轨道，两段轨道在 B 点处平滑连接，质量均为 m 的滑块 1 和滑块 2 分别静止于 A 点和 B 点。现用力 F 对滑块 1 施加一水平向右的瞬时冲量，使其以 $6\sqrt{gR}$ 的初速度沿轨道 AB 运动，与滑块 2 发生碰撞，碰后二者立即粘在一起沿轨道 BC 运动并通过 C 点。已知两滑块与水平轨道 AB 间的动摩擦因数 $\mu=0.4$ ，半圆形轨道的直径 BC 沿竖直方向，重力加速度为 g ，滑块 1 和 2 均可视为质点。求：

- (1) 力 F 对滑块 1 所做的功 W ；
- (2) 滑块 1 和滑块 2 组成的系统在碰撞过程中损失的机械能 $E_{损}$ ；
- (3) 滑块 1 和滑块 2 经过 C 点时对轨道压力的大小 $F_{压}$ 。



20. (1) 质量为 m 的物体，在合力 F 的作用下经过时间 t ，使物体的速度由 v_1 增加到 v_2 ，请根据这一过程由牛顿运动定律和运动学规律推导动量定理。

(2) 如图所示，桌面上的物体 m 下面压一纸条，要把纸条从物体下面抽出来，请根据动量定理解释为什么慢抽出纸条物体 m 能获得较大的速度而快抽出纸条时物体 m 几乎原地不动。



21. 碰撞在宏观、微观世界中都是十分普遍的现象。

(1) 如图 1 所示，在水平光滑的桌面上有两个大小相同的小球 A、B，质量分别是 m_1 、 m_2 ，A 球以 v_1 的速度与静止的 B 球相碰。碰撞后 A、B 的速度分别是 v_1' 、 v_2' 。碰撞过程中 A 对 B 的作用力是 F_2 ，B 对 A 的作用力是 F_1 ；

a. 请根据牛顿运动定律和加速度的定义，推导小球 A 和小球 B 在碰撞过程中满足： $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ ；

b. 如果碰撞过程中机械能守恒，这样的碰撞叫做弹性碰撞；如果碰撞过程中机械能不守恒，这样的碰撞叫做非弹性碰撞。若 $m_1=2\text{kg}$ 、 $m_2=1\text{kg}$ ，某次碰撞满足 $v_1=2\text{m/s}$ 、 $v_1'=2\text{m/s}$ 。通过计算碰撞前后的机械能说明该次碰撞属于弹性碰撞还是非弹性碰撞；

(2) 裂变反应可以在人工控制下进行，用慢化剂中的原子核跟中子发生碰撞，使中子的速率降下来，从而影响裂变反应的反应速度。

如图 2 所示，一个中子以速度 v 与慢化剂中静止的原子核发生弹性正碰，中子的质量为 m ，慢化剂中静止的原子核的质量为 M ，而且 $M > m$ 。为把中子的速率更好地降下来，现在有原子核的质量 M 大小各不相同的几种材料可以作为慢化剂，通过计算碰撞后中子速度的大小，说明慢化剂中的原子核 M 应该选用质量较大的还是质量较小的。



图1

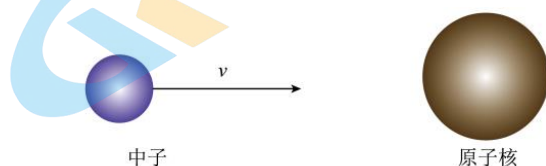


图2

参考答案

一、单项选择题。本题共 10 小题，在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。

(每小题 3 分，共 30 分)

1. 【答案】D

【解析】

【详解】质量、动能、势能为标量，动量为矢量，所以 D 正确；ABC 错误；
故选 D。

2. 【答案】D

【解析】

【详解】A. 地球同步卫星距离地球表面的高度约为 36000km，所以各国发射的同步卫星轨道半径都一样，与卫星质量无关，故 A 错误；

B. 根据

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

可得地球卫星的环绕速度大小

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

可知，第一宇宙速度 7.9km/s 是近地卫星的环绕速度，也是地球卫星绕地球做匀速圆周运动的最大环绕速度，而同步卫星的轨道半径要大于近地卫星的轨道半径，从表达式可以发现，同步卫星运行的线速度一定小于第一宇宙速度。故 B 错误；

C. 它若在除赤道所在平面外的任意点，假设实现了“同步”，那它的运动轨道所在平面与受到地球的引力就不在一个平面上，这是不可能的，所以同步卫星不可能经过北京的正上空，故 C 错误；

D. 根据万有引力提供向心力，得

$$\frac{GMm}{(5R+R)^2} = ma$$

据地球表面万有引力等于重力，得

$$\frac{GMm}{m} = mg$$

由以上两等式得

$$a = \frac{1}{36} g$$

所以它的向心加速度约为其地面上物体的重力加速度的 $\frac{1}{36}$ ，故 D 正确。

故选 D。

3. 【答案】A

【解析】

【详解】卫星绕地球做椭圆运动，类似于行星绕太阳运转，根据开普勒第二定律：行星与太阳的连线在相等时间内扫过的面积相等，则知卫星与地球的连线在相等时间内扫过的面积相等，所以卫星在距离地球最近的 A 点速度最大，在距离地球最远的 C 点速度最小，卫星在 B 、 D 两点的速度大小相等，故选 A。

4. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 运动员从 A 至 B 的过程中，高度降低，则重力势能减小，选项 A 错误；

B. 运动员从 A 至 B 的过程中，合外力做正功，则动能增加，选项 B 错误；

CD. 运动员从 A 至 B 的过程中，只有重力做功，则机械能保持不变，选项 C 正确，D 错误。

故选 C

5. 【答案】B

【解析】

【详解】A. 取环绕天体为研究对象，万有引力提供向心力，由牛顿第二定律可得

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

解得

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

说明轨道半径越小，线速度越大，“天舟一号”的线速度大于地球同步卫星的线速度，故 A 错误；

B. 第一宇宙速度在数值上等于近地卫星的线速度大小，由前面的推导可知轨道半径越大，线速度越小，“天舟一号”线速度小于第一宇宙速度，故 B 正确；

C. 由牛顿第二定律可得

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

解得

$$a = G \frac{M}{r^2}$$

说明轨道半径越小，向心加速度越大，“天舟一号”的向心加速度大于地球同步卫星加速度，故 C 错误；

D. 由牛顿第二定律可得

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

解得

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

说明轨道半径越小，周期越小，“天舟一号”的周期小于地球同步卫星，也就是说小于地球自转周期，故 D 错误。

故选 B。

6. 【答案】C

【解析】

【详解】小球碰撞前后速度的大小不变，则动能变化量为 0，小球的动量变化量为

$$\Delta p = -mv - mv = -2mv = -2 \times 0.1 \times 3 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -0.6 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

故选 C。

7. 【答案】D

【解析】

【详解】依题意，规定竖直向上为正方向，对小球根据动量定理可得

$$(F - mg)\Delta t = mv_2 - mv_1$$

代入数据

$$(F - 10) \times 0.2 = 1 \times 8 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 1 \times (-10) \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

得地面对小球的平均冲力为

$$F = 100 \text{ N}$$

故选 D。

8. 【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】AB. 根据

$$W_G = mgh$$

可知，两物体落地时重力功相同，a 物体做自由落体运动，则有

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

解得

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

b 沿斜面向下运动，则有

$$\frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2}g \sin \theta t_b^2$$

解得

$$t_b = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

对比可得

$$t_a < t_b$$

根据

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

可知，重力的平均功率

$$\overline{P}_a > \overline{P}_b$$

A 正确，B 错误；

CD. 根据机械能守恒定律可知

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

则两物体落地前的速度大小相同， a 物体竖直方向的速度为 $v_{ya} = v$ ， b 物体竖直方向的速度为

$v_{yb} = v \sin \theta$ ，根据

$$P_G = mgv_y$$

可知落地前瞬间重力的瞬时功率

$$P_a > P_b$$

CD 错误。

故选 A。

9. 【答案】D

【解析】

【详解】动车匀速行驶时，牵引力等于阻力，有

$$F = f = kv^2$$

则发动机的功率为

$$P = Fv = kv^3$$

依题意，动车两次行驶速度之比为

$$\frac{v}{v'} = \frac{1}{2}$$

联立，可得

$$P' = 8P$$

故选 D。

10. 【答案】A

【解析】

【详解】冥王星与其附近的另一星体卡戎可视为双星系统。所以冥王星和卡戎周期是相等的，角速度也是相等的。A、它们之间的万有引力提供各自的向心力得： $G \frac{Mm}{L^2} = mw^2r = Mw^2R$ ，质量比约为 7:1，所

以冥王星绕 O 点运动的轨道半径约为卡戎的 $\frac{1}{7}$ ，故 A 正确。B、冥王星和卡戎周期是相等的，角速度也是

相等的，故 B 错误。C、根据线速度 $v = \omega r$ 得冥王星线速度大小约为卡戎的 $\frac{1}{7}$ ，故 C 错误。D、它们之间的

万有引力提供各自的向心力，冥王星和卡戎向心力大小相等，故 D 错误。故选 A。

【点睛】由于双星和它们围绕运动的中心点总保持三点共线，所以在相同时间内转过的角度必相等，即双星做匀速圆周运动的角速度必相等，角速度相等，周期也必然相同。

二、多项选择题。本题共 5 小题，在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的。

（每小题 3 分，共 15 分。每小题全选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，不选或有选错的该小题不得分）

11. 【答案】BD

【解析】

【详解】B. 力 F 斜向下时，由于 F 有竖直向下的分量，因此木块对水平面的压力最大，因此摩擦力最大，由于运动的距离相同，因此克服摩擦力做的功最多，故 B 正确；

ACD. 设物体通过的距离为 x ，力 F 斜向上时，摩擦力最小，则需克服摩擦阻力做功最小，力 F 的功为

$$W = Fx \cos \theta$$

力 F 斜向下时，力 F 做功为

$$W = Fx \cos \theta$$

力 F 水平时，力 F 做功为

$$W = Fx$$

对比可知第一、二种情况下力 F 做功相同，都小于第三种情况下力 F 做功，故 AC 错误，D 正确。

故选 BD。

12. 【答案】ABC

【解析】

【详解】A. 假如地球自转加快，放在赤道地面上的物体到地心的距离不变，所受的万有引力不变，故 A 正确；

B. 对于放在赤道地面上的物体，万有引力的一部分提供其随地球自转所需的向心力，另一部分作为重力，当地球自转加快时，物体所需向心力增大，而万有引力不变，所以重力减小，故 B 正确；

CD. 放在两极地面上的物体线速度为零，所需向心力为零，所以重力始终等于万有引力，故 C 正确，D 错误。

故选 ABC。

13. 【答案】ABC

【解析】

【详解】A. 如果知道绕中子星做圆周运动的卫星的周期与轨道半径，可得

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

可以求出中子星的质量

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

而根据题意仅知道中子星的自转周期 T 、中子星的半径 R 与万有引力常量 G ，无法求出中子星质量，根据

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

不可以求出该中子星的密度，A 正确；

B. 根据万有引力提供向心力，则有

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

解得

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

因无法求出中子星的质量，则不可以求出该中子星的第一宇宙速度，B 正确；

C. 在中子星表面，根据万有引力等于重力，则有

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

解得

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

因无法求出中子星的质量，则不可以求出该中子星表面的重力加速度，C 正确；

D. 该中子星赤道上的物体随中子星转动的线速度

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

可以求出该中子星赤道上的物体随中子星转动的线速度，D 错误。

故选 ABC。

14. 【答案】BD

【解析】

【详解】A. 沿轨道II从 P 到 Q 的过程，引力做正功，速度增大，故经过 P 点时的速度小于经过 Q 点时的速度，A 错误；

B. 沿轨道II运动的过程，只有引力做功，机械能守恒，故经过 Q 点时的机械能等于经过 P 点时的机械能，B 正确；

C. 在 P 点从轨道I到轨道II，需减速，故沿轨道I经过 P 点时的速度大于沿轨道II经过 P 点时的速度，C 错误；

D. 由牛顿第二定律可得

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

P 点到月球球心的距离 r 一定，故沿轨道I经过 P 点时的加速度等于沿轨道II经过 P 点时的加速度，D 正确。

故选 BD。

15. 【答案】AD

【解析】

【详解】A. 当弹力等于重力时，人的速度最大，所以人先加速后减小，最后速度为零，故人的动量先增加后减小，故 A 正确；

B. 绳子的拉力对人做负功，但开始时重力做功大于绳子拉力做功，故人的运动开始过程是增大的，当弹力等于重力时，人的速度最大即动能最大，接下来速度减小动能减小；故 B 错误；

C. 绳恰好伸直时，绳的弹性势能为零，由于重力大于弹力，所以人在加速，此时人的动能不是最大，故 C 错误。

D. 当弹力等于重力时，人的速度最大，动量最大，故 D 正确。

故选 AD。

三、实验题。(本题共 2 小题，共 16 分。)

16. 【答案】 ①. B ②. B ③. $m_A OE = m_A OD + m_B OF$ ④. 见解析 ⑤. $m_1 \sqrt{l_2} = m_1 \sqrt{l_1} + m_2 \sqrt{l_3}$

【解析】

【详解】(1) [1] A. 实验轨道是否光滑对实验无影响，故 A 错误；

B. 该实验应用平抛运动的原理表示碰撞的速度，不需要秒表计时，故 B 正确；

C. 为使 A 球碰后可以落在 D 点，A 球的质量必须大于 B 球的质量，故 C 错误；

故选 B。

(2) [2] A. 实验过程中白纸和复写纸不可以随时调整位置，故 A 错误；

B. A 球每次必须从同一位置由静止释放，以保证碰撞时的速度相等，故 B 正确；

C. B 球的落点并不重合，是正常的误差范围内，不能说明该同学的实验操作出现了错误，故 C 错误；

故选 B。

(3) [3] 两球离开斜槽后做平抛运动，由于抛出点的高度相等，它们做平抛运动的时间 t 相等，碰撞前 A 球的速度大小

$$v_0 = \frac{OE}{t}$$

碰撞后 A 的速度大小

$$v_A = \frac{OD}{t}$$

碰撞后 B 球的速度大小

$$v_B = \frac{OF}{t}$$

如果碰撞过程系统动量守恒，则碰撞前后系统动量相等，则

$$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$$

整理得

$$m_A OE = m_A OD + m_B OF$$

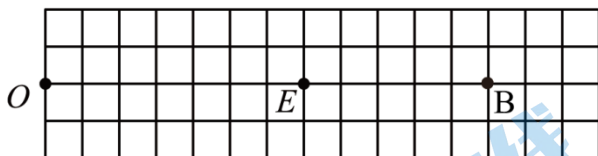
(4) [4] 若两球碰撞为弹性碰撞，则根据能量守恒定律得

$$\frac{1}{2}m_A v_{A1}^2 = \frac{1}{2}m_A v_{A2}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{B1}^2$$

联立解得

$$\frac{v_{B1}}{v_{A1}} = \frac{12}{7}$$

所以 B 球落点到 O 点的距离与 OE 之间的距离之比为 12: 7，标注的位置如图所示：



(5) [5] 碰撞前小球 A 落点为 P'，碰撞后小球 A 落点为 M'，小球 B 落点为 N'，设斜面倾角为 α ，由平抛规律得

$$l_2 \sin \alpha = \frac{1}{2}gt^2, \quad l_2 \cos \alpha = vt$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{gl_2 \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}$$

同理可得

$$v_1 = \sqrt{\frac{gl_1 \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}, \quad v_2 = \sqrt{\frac{gl_3 \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}$$

根据动量守恒表达式

$$m_1 v = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

可得

$$m_1 \sqrt{l_2} = m_1 \sqrt{l_1} + m_2 \sqrt{l_3}$$

17. 【答案】 ①. AB##BA ②. mgh_B ③. $\frac{m(h_C - h_A)^2}{8T^2}$ ④. C

【解析】

【详解】(1) [1] 打点计时器需接交流电源，实验中需要用刻度尺测量点迹间的距离，从而求出瞬时速度以及重力势能的减小量；实验中验证动能的增加量和重力势能的减小量是否相等，质量可以约去，不需要用天平测量质量，故 AB 正确，C 错误；

(2) [2][3] 从打 O 点到打 B 点的过程中，重物的重力势能变化量

$$\Delta E_p = mgh_B$$

B 点的瞬时速度

$$v_B = \frac{h_C - h_A}{2T}$$

则动能的增加量

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{m(h_C - h_A)^2}{8T^2}$$

(3) [4] 各地大多数学生的实验结果显示，重力势能的减少量大于动能的增加量，可能的原因是存在空气阻力和摩擦阻力的影响，其他的不会导致各地学生实验结果均显示重力势能的减少量大于动能的增加量，故 C 正确 ABD 错误。

故选 C。

四、论述、计算题。(本题共 4 小题。共 39 分，要求：写出必要的文字说明、方程式、演算步骤和答案。有数值计算的题，答案必须明确写出数值和单位。)

18. 【答案】(1) $\frac{2\pi(R+h)}{T}$; (2) $\frac{4\pi^2(R+h)^3}{GT^2}$; (3) $\frac{3\pi(R+h)^3}{GT^2R^3}$

【解析】

【分析】

【详解】(1) 根据圆周运动公式可得

$$v = r\omega = \frac{2\pi(R+h)}{T}$$

(2) 探测器绕行星做匀速圆周运动，万有引力提供向心力

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

解得

$$M = \frac{4\pi^2(R+h)^3}{GT^2}$$

(3) 行星的密度为

$$\rho = \frac{M}{V}$$

行星的体积为

$$V = \frac{4\pi}{3}R^3$$

联立可得

$$\rho = \frac{3\pi(R+h)^3}{GT^2R^3}$$

19. 【答案】(1) $18mgR$; (2) $8mgR$; (3) $6mg$

【解析】

【详解】(1) 根据动能定理，力 F 对滑块 1 所做的功 W 为

$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m(6\sqrt{gR})^2 = 18mgR$$

(2) 设滑块 1 到 B 点的速度为 v_B ，从 A 到 B 由动能定理

$$-\mu mg \cdot 5R = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得滑块 1 与滑块 2 碰前的速度为

$$v_B = 4\sqrt{2gR}$$

滑块 1 和滑块 2 碰后共同的速度为 v ，由动量守恒

$$mv_B = 2mv$$

解得

$$v = 2\sqrt{2gR}$$

碰撞过程损失的机械能为

$$E_{\text{损}} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2} \cdot 2mv^2 = 8mgR$$

(3) 滑块 1 和滑块 2 组成的系统从 B 到 C 过程，机械能守恒，设到 C 点的速度为 v_C ，则有

$$\frac{1}{2} \cdot 2mv^2 = 2mg \cdot 2R + \frac{1}{2} \cdot 2mv_C^2$$

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

解得

$$F_N = 6mg$$

根据牛顿第三定律，滑块 1 和滑块 2 经过 C 点时对轨道压力的大小与 F_N 等大反向，则

$$F_{\text{压}} = 6mg$$

20. 【答案】(1) 见解析；(2) 见解析

【解析】

【详解】(1) 根据牛顿第二定律可得物体 m 的加速度大小为

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

根据运动学规律可得

$$v_2 = v_1 + at$$

联立解得

$$Ft = mv_2 - mv_1$$

即

$$I = \Delta p$$

即合外力对物体的冲量等于物体动量的变化。

(2) 无论抽出纸条快慢, 物体对纸条的压力大小相等, 纸条对物体的摩擦力大小相等, 而快抽出纸条, 摩擦力对物体的作用时间较短, 对物体的冲量较小, 物体获得的速度较小, 几乎原地不动; 慢抽出纸条, 摩擦力对物体的作用时间较长, 对物体的冲量较大, 物体获得的速度较大。

21. 【答案】(1) a . 见解析, b . $E' < E$ 有机械能损失, 是非弹性碰撞; (2) 答案见解析

【解析】

【详解】(1) a . 根据牛顿第二定律, 碰撞过程中两球的加速度分别是

$$a_1 = \frac{F_1}{m_1}, \quad a_2 = \frac{F_2}{m_2}$$

根据牛顿第三定律

$$F_1 = -F_2$$

令 A、B 作用时间为 Δt , 根据加速度定义

$$a_1 = \frac{v'_1 - v_1}{\Delta t}, \quad a_2 = \frac{v'_2 - 0}{\Delta t}$$

联立可得

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

b . 根据动量守恒定律有

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

解得

$$v'_1 = 1 \text{ m/s}$$

碰前机械能

$$E = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = 4 \text{ J}$$

碰后机械能

$$E' = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 = 3 \text{ J}$$

$E' < E$ 有机械能损失, 是非弹性碰撞。

(2) 令碰撞后中子速度为 v'_1 , 某原子核速度为 v'_2 , 根据动量守恒定律有

$$mv = m v'_1 + M v'_2$$

由能量关系

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v_1'^2 + \frac{1}{2} M v_2'^2$$

解得碰撞后中子速度

$$v'_1 = \frac{m - M}{m + M} v$$

因为

$$M > m$$

所以

$$|v_1'| = \frac{M-m}{M+m}v = (1 - \frac{2m}{M+m})v$$

可见， M 越小， $|v_1'|$ 越小，为了使中子速率更好降下来，慢化剂中的原子核质量应选较小的。

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