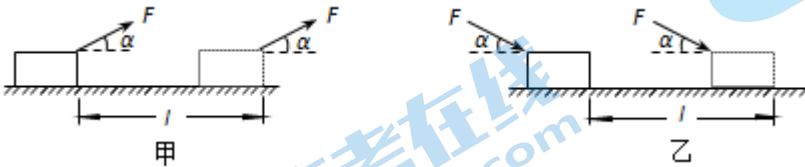


2023 北京人大附中高一（下）期中

物 理

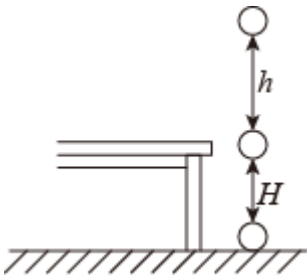
一、单项选择题：本题共 10 小题，每小题 3 分，共计 30 分，每小题只有一个选项符合题意。

1. 大小相等的力 F 按如图甲和乙所示的两种方式作用在相同的物体上，使物体沿粗糙的水平面向右移动相同的距离 l ，有关力 F 做功的说法正确的是



- A. 甲图和乙图中力 F 都做正功
- B. 甲图和乙图中力 F 都做负功
- C. 甲图中力 F 做正功，乙图中力 F 做负功
- D. 甲图中力 F 做负功，乙图中力 F 做正功

2. 如图所示质量为 m 的小球，从离桌面高 h 处由静止下落，桌面离地面高为 H ，设在桌面处物体重力势能为零，空气阻力不计，那么，小球落到地面时的机械能为（ ）



- A. mgh
- B. mgH
- C. $mg(H + h)$
- D. $mg(H - h)$

3. 汽车安全性能是当今衡量汽车品质的重要指标。实车碰撞试验是综合评价汽车安全性能最有效的方法。汽车发生碰撞时，关于安全气囊对驾驶员的保护作用，下列说法中正确的是（ ）



- A. 减小了驾驶员的惯性
- B. 减小了驾驶员的动量变化量
- C. 减小了驾驶员受到的冲量
- D. 减小了驾驶员受到的平均冲击力

4. 2019 年 5 月 17 日，我国成功发射第 45 颗北斗导航卫星，该卫星属于地球静止轨道卫星（同步卫星），该卫星（ ）

- A. 入轨后可以位于北京正上方

- B. 入轨后的速度大于第一宇宙速度
- C. 发射速度大于第二宇宙速度
- D. 若发射到近地圆轨道所需能量较少

5. 木星有多颗卫星，下表列出了其中两颗卫星的轨道半径和质量，两颗卫星绕木星的运动均可看作匀速圆周运动。由表中数据可知（ ）

卫星	轨道半径 r/km	卫星质量 m/kg
木卫一	4.217×10^5	8.93×10^{22}
木卫二	6.710×10^5	4.80×10^{22}

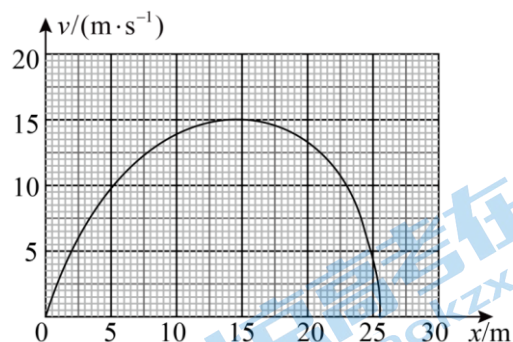
- A. 木星对木卫一的万有引力小于木星对木卫二的万有引力
- B. 木卫一绕木星运动的向心加速度大于木卫二绕木星运动的向心加速度
- C. 木卫一绕木星运动的线速度小于木卫二绕木星运动的线速度
- D. 木卫一绕木星运动的周期大于木卫二绕木星运动的周期

6. 如图所示，高速公路上汽车定速巡航（即保持汽车的速率不变）通过路面 $abcd$ ，其中 ab 段为平直上坡路面， bc 段为水平路面， cd 段为平直下坡路面。不考虑整个过程中空气阻力和摩擦阻力的大小变化。下列说法正确的是（ ）



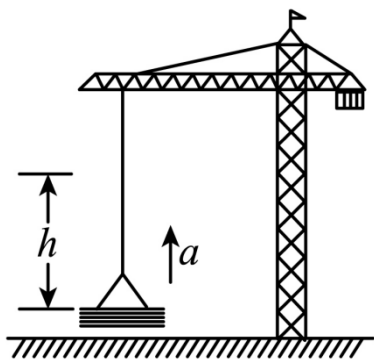
- A. 在 ab 段汽车的输出功率逐渐减小
- B. 汽车在 ab 段的输出功率比 bc 段的大
- C. 在 cd 段汽车的输出功率逐渐减小
- D. 汽车在 cd 段的输出功率比 bc 段的大

7. 研究“蹦极”运动时，在运动员身上系好弹性绳并安装传感器，可测得运动员竖直下落的距离及其对应的速度大小。根据传感器收集到的数据，得到如图所示的“速度-位移”图像。若空气阻力和弹性绳的重力可以忽略，根据图像信息，下列说法正确的是（ ）



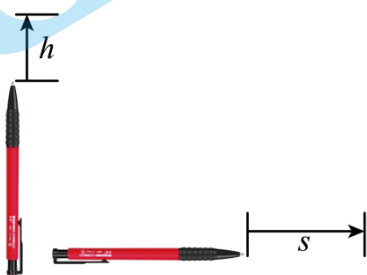
- A. 弹性绳原长为 15m
- B. 当运动员下降 10m 时，处于超重状态
- C. 当运动员下降 15m 时，绳的弹性势能最大
- D. 当运动员下降 20m 时，处于超重状态

8. 如图所示，塔吊用钢绳沿竖直方向将质量为 m 的建材以加速度 a 匀加速向上提起 h 高，已知重力加速度为 g ，则在此过程中，下列说法正确的是



- A. 建材重力做功为 $-mah$
- B. 建材的重力势能减少了 mgh
- C. 建材的动能增加了 mgh
- D. 建材的机械能增加了 $m(a + g)h$

9. 如图所示，把一个带弹簧但质量未知的签字笔笔尖朝上，沿竖直方向压缩到底，无初速释放后笔上升的最大高度为 h ；再把笔水平放置在桌面上，沿水平方向压缩到底，无初速释放后，笔在桌面上滑行的最大距离为 s 。忽略空气阻力。则由上述物理量可估算出



- A. 弹簧的弹性势能的最大值
- B. 上升过程中重力所做的功
- C. 水平滑行过程中摩擦力所做的功
- D. 笔与桌面间的动摩擦因数

10. 小祝在家帮妈妈做家务劳动，她在擦拭油烟机时看到了上面贴有如图所示的铭牌。她想测算出这台吸油烟机将电能转化为机械能的效率。请你帮她分析一下，为达成这个目的，除了知道空气的密度 ρ ，至少还应该再去获取的信息有（ ）

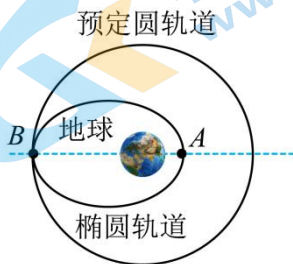
产品名称	吸油烟机
额定电压	220V~
额定频率	50Hz
绝缘等级	E 级
噪音	60dB

风量	$13.5 \pm 1 \text{ m}^3/\text{min}$
额定输入总功率	230W

- A. 吸油烟机排风口的直径 D
- B. 吸油烟机内腔的容积 V
- C. 吸油烟机排风口的直径 D 、吸油烟机内腔的容积 V
- D. 吸油烟机的质量 M 、吸油烟机底部距离地面的高度 H

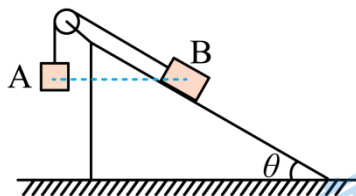
二、不定项选择题：本题共 4 小题，每小题 3 分，共计 12 分。每小题可能有一至多个选项符合题意，全部选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，错选或不符得 0 分。

11. 中国自行研制、具有完全知识产权的“神舟”飞船，目前已经达到国际第三代载人飞船技术水平。其发射过程简化如下：飞船由“长征”运载火箭送入近地点为 A 、远地点为 B 的椭圆轨道上，仅在万有引力作用下沿椭圆轨道运行，当到达 B 点时，通过变轨预定圆轨道进入预定圆轨道，如图所示。飞船在椭圆轨道上运行时（ ）



- A. 在 A 点的速度比 B 点的大
- B. 在 A 点的加速度比 B 点的大
- C. 在 A 点的机械能比 B 点的大
- D. 在椭圆轨道上经过 B 点的速度大于在圆轨道上经过 B 点时的速度

12. 如图所示，表面光滑的倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的固定斜面顶端安装一定滑轮，可视为质点的两小物块 A、B 用轻绳连接并跨过滑轮（不计滑轮的质量和摩擦）。初始时刻，A、B 处于同一高度并恰好静止状态。剪断轻绳后 A 下落、B 沿斜面下滑，则从剪断轻绳到物块着地，两物块（ ）



- A. 速率的变化量相同
- B. 机械能的变化量相同
- C. 重力势能的变化量相同
- D. 重力做功的平均功率相同

13. 小清同学可以用手机的传感器记录他运动到某位置的高度和速度等信息。他到游乐场玩了摩天轮、过山车、激流勇进等项目，他用手机分别记录了四个项目进行过程中某两个位置的信息，整理如下 ($h_{12} = h_1 - h_2$)。其中机械能可能守恒的选项是（ ）

- A. $v_1 = 1 \text{ m/s}$, $v_2 = 1 \text{ m/s}$, $h_{12} = 24 \text{ m}$
- B. $v_1 = 16 \text{ m/s}$, $v_2 = 8 \text{ m/s}$, $h_{12} = -9.6 \text{ m}$
- C. $v_1 = 3 \text{ m/s}$, $v_2 = 9 \text{ m/s}$, $h_{12} = 3.6 \text{ m}$
- D. $v_1 = 2 \text{ m/s}$, $v_2 = 3 \text{ m/s}$, $h_{12} = -0.5 \text{ m}$

14. 蹦床是体操运动的一种，有“空中芭蕾”之称。为了能够更好地完成空中动作，在网上准备阶段运动员要设法使自己弹得足够高。如图所示，蹦床的中心由弹性网面组成，若运动员从离水平网面 3m 高处由静止自由下落，着网后沿竖直方向回到离水平网面 5m 高处，则在此过程中（ ）



- A. 只有重力对运动员做功，运动员的机械能守恒
- B. 运动员的机械能增加，是因为弹性网弹力对运动员做正功
- C. 弹性网弹力对运动员的冲量大小等于运动员重力的冲量大小
- D. 弹性网弹力对运动员的冲量大小大于运动员重力的冲量大小

三、实验题：本题共 2 小题，共 18 分。请将解答填写在答题卡相应的位置。

15. 利用图 1 所示的装置做“验证机械能守恒定律”实验。

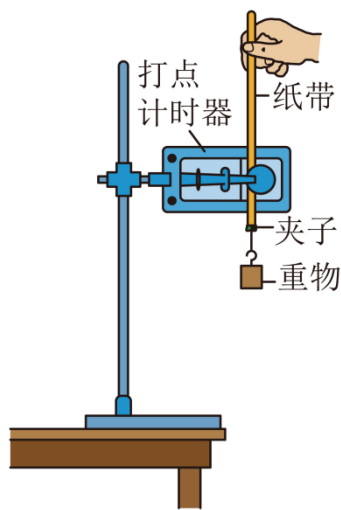


图1

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

- 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 2 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 ，计时器打点周期为 T ，若从 O 点到 B 点的过程中机械能守恒，应满足的关系式为_____。

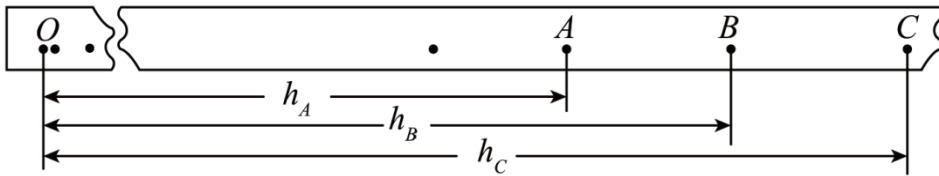


图2

(3) 大多数学生的实验结果显示，重力势能的减少量略大于动能的增加量，关于这个误差下列说法正确的是_____。

- A. 该误差属于偶然误差，可以通过多次测量取平均值的方法来减小该误差
- B. 该误差属于系统误差，可以通过多次测量取平均值的方法来减小该误差
- C. 该误差属于偶然误差，可以通过减小空气阻力和摩擦阻力来减小该误差
- D. 该误差属于系统误差，可以通过减小空气阻力和摩擦阻力来减小该误差

(4) 某同学想用图3所示的装置验证机械能守恒定律。他将一条轻质细绳跨过定滑轮，绳的两端各系一个小球a和b，b球的质量是a球的3倍，用手托住b球，a球静止于地面。当绳刚好被拉紧时，释放b球。他想仅利用刻度尺验证b球落地前瞬间两球的机械能之和与释放时相等，请写出他需要测量的物理量以及这些物理量应满足的关系式_____。

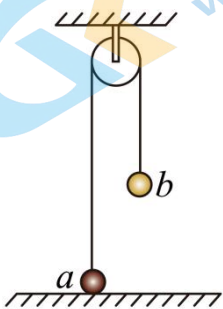
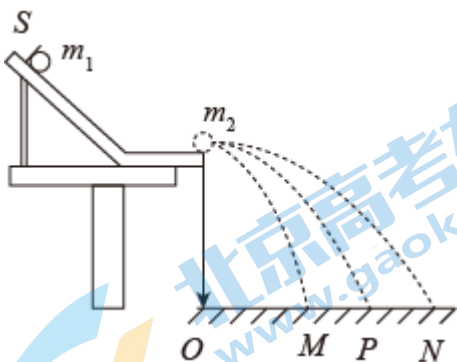


图3

16. 用如图所示的装置，来完成“验证动量守恒定律”的实验。实验中使用的小球1和2半径相等，用天平测得质量分别为 m_1 、 m_2 ，且 $m_1 > m_2$ 。在木板上铺一张白纸，白纸上铺放复写纸，记下重锤线所指的位置O。先不放小球2，使小球1从斜槽上某一点S由静止滚下，落到水平地面P点。再把小球2静置于斜槽轨道末端，让小球1仍从S处由静止滚下，小球1和小球2碰撞后分别落在复写纸上，在白纸上留下各自落点的痕迹。



(1) 实验中，直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的，可以通过测量小球做平抛运动的射程来解决这个问题。确定碰撞前后落点的位置P、M、N，用刻度尺测量出水平射程OP、OM、ON。

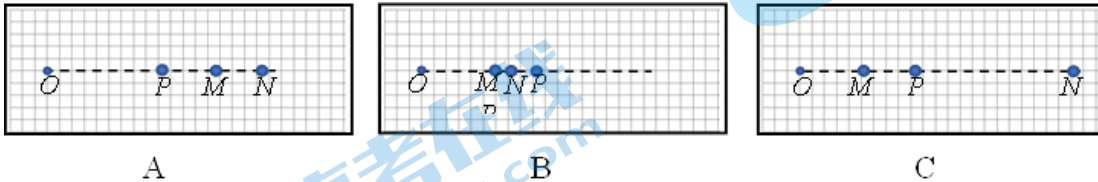
①本实验必须满足的条件是_____

- A. 斜槽轨道必须是光滑的
- B. 斜槽轨道末端必须是水平的
- C. 小球 1 每次必须从同一高度由静止释放

②若两球相碰前后的动量守恒，其表达式可表示为：_____

③通过测量小球做平抛运动的射程来代替小球的速度，这样做的依据是：_____

(2) 在上述实验中换用不同材质的小球，其它条件不变，可以改变小球的落点位置。下面三幅图中，可能正确的落点分布是_____



四、计算论证题：本题共 5 小题，共 40 分。解答时请写出必要的文字、方程式和演算步骤。

只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题目，答案中必须明确写出数值和单位。

17. 关于一对作用力与反作用力做功的问题，小明通过观察一些实验现象后认为：当作用力做正功时，反作用力一定做负功。小明的这种观点正确吗？请你做出判断，并写出一个符合你判断的物理情境。

18. 我国执行首次火星探测的“天问一号”探测器于 2021 年 2 月 10 日成功进入环绕火星轨道，在登陆火星前开展了为期 3 个月的环火探测任务。在学习了万有引力的知识后，小红想根据查到的“天问一号”的一些数据来计算火星的质量，她得到一些数据如下：

天问一号：质量为 m ，距火星表面的高度为 h ，绕火星做匀速圆周运动的周期为 $T_{\text{天}}$ 。

火星数据：火星的半径为 R ，自转周期为 $T_{\text{火}}$ 。

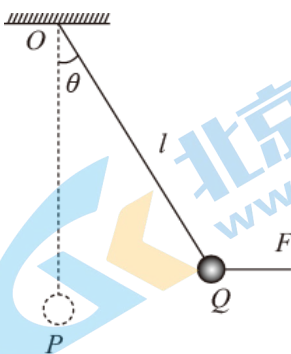
万有引力常量为 G 。

请你根据小红提供的信息，选取有效的数据，计算火星的质量。

19. 如图所示，一质量为 m 的小球，用长为 l 的轻绳悬挂于 O 点的正下方 P 点。已知重力加速度大小为 g 。

(1) 小球在水平拉力的作用下，从 P 点缓慢地移动到 Q 点，求水平拉力 F 做的功；

(2) 小球在水平恒力 $F = mg$ 的作用下，从 P 点运动到 Q 点，求小球在 Q 点的速度大小。



20. 如图 1 所示，游乐场的过山车可以底朝上在竖直面内的圆轨道上运行。我们把这种情形抽象简化为如图 2 所示的模型：弧形轨道的下端 N 与竖直圆轨道平滑相接， P 为圆轨道的最高点。使小球（可视为质点）从弧形轨道上端滚下，小球进入圆轨道下端后沿圆轨道运动。不考虑小球运动所受的摩擦等阻力。

(1) 小球沿弧形轨道运动的过程中，经过某一位置 A 时动能为 E_{k1} ，重力势能为 E_{p1} ，经过另一位置 B 时动能为 E_{k2} ，重力势能为 E_{p2} 。请根据动能定理和重力做功的特点，证明：小球由 A 运动到 B 的过程中，总的机械能保持不变，即 $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$ 。

(2) 已知圆形轨道的半径为 R ，将一质量为 m_1 的小球，从弧形轨道的 M 点由静止释放：

a. 若想让小球能够通过圆轨道的最高点 P ，请通过分析、计算，说明对 M 点的距地高度 h 的要求；

b. 如果在弧形轨道的下端 N 处静置另一个质量为 m_2 的小球。将质量为 m_1 的小球从弧形轨道距地面高 $h = 2.5R$ 处由静止释放，两小球将发生弹性正撞。若要使被碰小球碰后能通过圆轨道的最高点 P ，那么被碰小球的质量 m_2 需要满足什么条件？请通过分析、计算，说明你的理由。



图1

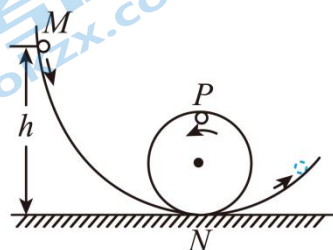


图2

21. 2022 年我国第三艘航母“福建舰”下水，并按计划开展了系泊试验。如图 1 所示，航母能够装载很多战斗机，让战斗机在航母甲板上直接起飞，实际上就是一座移动飞机场。喷气式战斗机相对地面的速度越大，战斗机获得的升力就越大，只有当战斗机速度达到一定数值（称为起飞离地速度）时才能离开航母起飞。若某喷气式战斗机起飞离地速度为 50m/s ，通过喷气能够获得的最大加速度为 5m/s^2 。航母的甲板规划分停机、起飞、着舰等不同功能区，用于飞机加速的跑道设计不能太长，约为 100m 。

(1) 该跑道是否满足战斗机在静止航母上自行起飞的要求？请你做出判断，说明判断过程及需要测量的物理量。

(2) 航母上用于加速的跑道若出现不能满足飞机自行加速的情形，其中一种常采用的解决方案就是借助某种弹射系统，助力让飞机起飞。请你设计三种不同种类的能够满足需求的弹射系统。结合图 2 示意图描述你的设计，文字和图示结合，并简要评价相应设计的优点或局限性。

(3) 为了增强航母实战时的机动性，实现在各种情况下（包括正常、演练或紧急情况）让战斗机在较短的跑道上起飞的目标，除了上述弹射助力类型的设计，请你展开想象的翅膀综合运用高中物理已学知识，再设计出至少两种不同类型的可能方案，简要说明方案的思路与物理原理。



图1

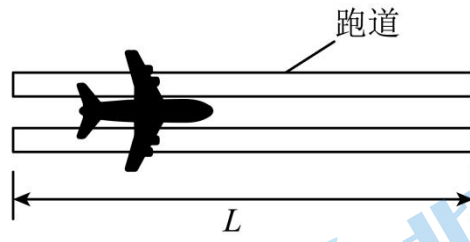


图2

北京高考在线
www.gaokzx.com

北京高考在线
www.gaokzx.com

北京高考在线
www.gaokzx.com

参考答案

一、单项选择题：本题共 10 小题，每小题 3 分，共计 30 分，每小题只有一个选项符合题意。

1. 【答案】A

【解析】

【详解】根据功的公式可知，两图中力和位移之间的夹角均为锐角，故两图中力 F 均做正功
故选 A。

2. 【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】由小球下落过程只有重力做功，机械能守恒，小球落到地面上时机械能与刚下落时机械能相等，又设桌面处物体重力势能为零，故刚下落时机械能为 mgh ，所以小球落到地面时的机械能也为 mgh ，故 A 正确。

故选 A。

3. 【答案】D

【解析】

【详解】A. 物体的惯性只跟物体的质量有关，使用安全气囊并不会减小驾驶员的惯性，A 错误；
B. 汽车发生碰撞时，无论是否使用了安全气囊，动量的变化量不变，B 错误；
CD. 根据动量定理

$$I = Ft = \Delta p$$

可知驾驶员受到的冲量不变，但使用安全气囊后作用时间增大，所以减小了平均冲击力，C 错误 D 正确。

故选 D。

4. 【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 由于卫星为同步卫星，所以入轨后一定只能与赤道在同一平面内，故 A 错误；
B. 由于第一宇宙速度为卫星绕地球运行的最大速度，所以卫星入轨后的速度一定小于第一宇宙速度，故 B 错误；
C. 由于第二宇宙速度为卫星脱离地球引力的最小发射速度，所以卫星的发射速度一定小于第二宇宙速度，故 C 错误；
D. 将卫星发射到越高的轨道克服引力所作的功越大，所以发射到近地圆轨道所需能量较小，故 D 正确。
故选 D。

5. 【答案】B

【解析】

【详解】A. 根据万有引力表达式

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

可知木卫一质量大、轨道半径小，所以木星对木卫一的万有引力大于木星对木卫二的万有引力，故 A 错误；

B. 由牛顿第二定律

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

可得

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

因为木卫一的轨道半径小于木卫二的轨道半径，所以木卫一绕木星运动的向心加速度大于木卫二绕木星运动的向心加速度，故 B 正确；

C. 由牛顿第二定律

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

可得

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

因为木卫一的轨道半径小于木卫二的轨道半径，所以木卫一绕木星运动的线速度大于木卫二绕木星运动的线速度，故 C 错误；

D. 由牛顿第二定律

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

可得

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

因为木卫一的轨道半径小于木卫二的轨道半径，所以木卫一绕木星运动的周期小于木卫二绕木星运动的周期，故 D 错误。

故选 B。

6. 【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】AB. 在 ab 段，根据平衡条件可知，牵引力

$$F_1 = mg \sin \theta + f$$

所以在 ab 段汽车的输出功率

$$P_1 = F_1 v$$

不变，在 bc 段牵引力

$$F_2 = f$$

bc 段的输出功率

$$P_2 = F_2 v < P_1$$

故 A 错误 B 正确；

CD. 在 cd 段牵引力

$$F_3 = f - mg \sin \theta$$

汽车的输出

$$P_3 = F_3 v < P_2$$

在 cd 段汽车的输出功率不变，且小于 bc 段，故 CD 错误。

故选 B。

7. 【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 运动员速度最大时，加速度为 0，由平衡条件可知弹性绳的弹力等于重力，此时弹性绳处于伸长状态，所以弹性绳的原长小于 15m，则 A 错误；

B. 运动员下降 10m 过程中加速度方向向下，处于失重状态，所以 B 错误；

C. 当运动员下降到速度为 0 时，绳的弹性势能最大，所以 C 错误；

D. 当运动员下降 20m 时，运动员做减速运动，加速度方向向上，处于超重状态，所以 D 正确；

故选 D。

8. 【答案】D

【解析】

【详解】A. 建筑材料向上做匀加速运动，上升的高度为 h ，重力做功： $W = -mgh$ ，故 A 错误；

B. 物体的重力势能变化量为： $\Delta E_p = -W = mgh$ ，则建材的重力势能增加了 mgh ，故 B 错误；

C. 根据动能定理得： $mah = \Delta E_k$ ，则动能增加了 mah ，故 C 错误；

D. 物体的机械能增加量为： $\Delta E = \Delta E_k + \Delta E_p = m(a+g)h$ ，故 D 正确。

9. 【答案】D

【解析】

【详解】设笔的质量为 m ，笔竖直上升时，根据能量守恒定律得：弹簧的弹性势能的最大值 $E_{pm} = mgh \dots ①$

上升过程中重力所做的功 $W = -mgh \dots ②$

笔在水平滑行过程中，由能量守恒定律得 $E_{pm} = \mu mgs \dots ③$

由①③得 $\mu = \frac{h}{s}$ ，可知，能求出笔与桌面间的动摩擦因数，由于不能求出 m ，所以其他量不能解出。

A. 弹簧的弹性势能的最大值，与结论不相符，选项 A 错误；

- B. 上升过程中重力所做的功，与结论不相符，选项 B 错误；
 C. 水平滑行过程中摩擦力所做的功，与结论不相符，选项 B 错误；
 D. 笔与桌面间的动摩擦因数，与结论相符，选项 D 正确；

10. 【答案】A

【解析】

【详解】想测算出这台吸油烟机将电能转化为机械能的效率，需要计算出吸油烟机的有用功，假设空气在排风管中获得速度为 v ，则在一分钟之内排除的空气的体积为

$$V = vt\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$$

D 是排风口的直径，可得

$$v = \frac{13.5 \times 4}{\pi D^2}$$

则在一分钟内吸油烟机的有用功，既空气获得的动能为

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 13.5\rho \times \left(\frac{13.5 \times 4}{\pi D^2}\right)^2$$

然后看可求

$$\eta = \frac{E_k}{Pt} \times 100\%$$

其中 t 为一分钟，故还需要知道吸油烟机排风口的直径 D ，故 A 正确，BCD 错误。

故选 A。

二、不定项选择题：本题共 4 小题，每小题 3 分，共计 12 分。每小题可能有一至多个选项符合题意，全部选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，错选或不符得 0 分。

11. 【答案】AB

【解析】

【详解】A. 根据开普勒第二定律可知，飞船在椭圆轨道上运行时，在 A 点的速度比 B 点的大，故 A 正确；

B. 根据牛顿第二定律可知飞船的加速度为

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

所以在 A 点的加速度比 B 点的大，故 B 正确；

C. 飞船在椭圆轨道上运行时，只有万有引力做功，机械能守恒，所以在 A 、 B 两点的机械能相等，故 C 错误；

D. 飞船从椭圆轨道变至预定圆轨道时，需要在 B 点加速，所以在椭圆轨道上经过 B 点的速度小于在圆轨道上经过 B 点时的速度，故 D 错误。

故选 AB。

12. 【答案】ABD

【解析】

【详解】AB. 由于 A、B 从剪断轻绳到着地的过程只有重力做功，A、B 两物块的机械能都守恒，即两物块的机械能的变化量相等，均为零，设下落高度为 h ，则有

$$m_A gh = \frac{1}{2} m v_A^2$$

$$m_B gh = \frac{1}{2} m v_B^2$$

解得

$$v_A = v_B = \sqrt{2gh}$$

可知两物块速率的变化量相同，AB 正确；

C. 剪断绳子前，根据受力平衡可得

$$m_A g = m_B g \sin \theta$$

可得

$$m_A < m_B$$

物块 A 重力势能的变化量为

$$\Delta E_{pA} = -m_A gh$$

物块 B 重力势能的变化量为

$$\Delta E_{pB} = -m_B gh$$

可知两物块重力势能的变化量不相同，C 错误；

D. 物块 A 重力做功的平均功率为

$$\overline{P}_A = m_A g \overline{v}_A = m_A g \frac{v_A}{2} = m_A g \frac{\sqrt{2gh}}{2}$$

物块 B 重力做功的平均功率为

$$\overline{P}_B = m_B g \overline{v}_B \sin \theta = m_B g \frac{\sqrt{2gh}}{2} \sin \theta = m_A g \frac{\sqrt{2gh}}{2}$$

可知两物块重力做功的平均功率相同，D 正确。

故选 ABD。

13. 【答案】BC

【解析】

【详解】若满足机械能守恒，就必须满足方程

$$mgh_{12} = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

即要求位置的高度和速度满足

$$h_{12} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

A. 若满足机械能守恒, 则

$$h_{12} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{1^2 - 1^2}{2 \times 10} \text{ m} = 0 \neq 24 \text{ m}$$

故 A 错误;

B. 若满足机械能守恒, 则

$$h_{12} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{8^2 - 16^2}{2 \times 10} \text{ m} = -9.6 \text{ m}$$

故 B 正确;

C. 若满足机械能守恒, 则

$$h_{12} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{9^2 - 3^2}{2 \times 10} \text{ m} = 3.6 \text{ m}$$

故 C 正确;

D. 若满足机械能守恒, 则

$$h_{12} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{3^2 - 2^2}{2 \times 10} \text{ m} = 0.25 \text{ m} \neq -0.5 \text{ m}$$

故 D 错误。

故选 BC。

14. 【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A. 运动员从离水平网面 3m 高处由静止自由下落, 着网后沿竖直方向回到离水平网面 5m 高处, 初末位置动能都为 0, 但末位置重力势能大于初位置重力势能, 运动员的机械能增加了, 故机械能不守恒, 故 A 错误;

B. 弹性网弹力先对运动员做负功, 再做正功, 但总体不做功, 运动员的机械能增加是运动员本身对自己做功的缘故, 故 B 错误;

CD. 根据动量定理可知, 运动员初末速度为 0, 故动量的变化量为 0, 合外力的冲量为 0, 故弹性网弹力对运动员的冲量大小等于运动员重力的冲量大小, 故 C 正确 D 错误。

故选 C。

三、实验题: 本题共 2 小题, 共 18 分。请将解答填写在答题卡相应的位置。

15. 【答案】 ①. AB##BA ②. $gh_B = \frac{(h_C - h_A)^2}{8T^2}$ ③. D ④. 需要测量的物理量: 释放时 b 球距地面的

高度 h_1 和 a 球上升的最高点距地面的高度 h_2 , 以上物理量应满足的关系式是 $h_2 = 1.5h_1$

【解析】

【详解】(1) [1]电磁打点计时器需要用到低压交流电源, 而处理实验数据时需要用刻度尺测量出计数点之间的距离, 根据机械能守恒定律得到

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

以便验证实验表达式

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

故实验不需要测量重物的质量，因此不需要天平。

故选 AB。

(2) [2]重物下落过程做匀加速直线运动，由匀变速直线运动的推论可知，打 B 点时的速度为

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

若从打 O 点到打 B 点的过程中，机械能守恒，应满足的关系式为

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

即满足

$$gh_B = \frac{(h_C - h_A)^2}{8T^2}$$

(3) [3]此实验因空气阻力以及摩擦力的存在，总会使减小的重力势能略大于增加的动能，这属于系统误差，是不可避免的，但想要实验结果更加准确，可以通过减小空气阻力和摩擦阻力来减小该误差。

故选 D。

(4) [4]该实验的原理是 b 球落地瞬间两球速度大小相同，然后 a 球继续上升到最高点，分别测出 b 球离地面的高度和 a 球上升的高度，用高度差计算出 a 球做竖直上抛运动时的初速度，从而验证系统机械能守恒，方案需要测量的物理量有：释放时 b 球距地面的高度 h_1 和 a 球上升的最高点距地面的高度 h_2 。设 a 球竖直上抛时的初速度为 v ，则有

$$2g(h_2 - h_1) = v^2$$

在小球 b 落地前有

$$(3m - m)gh_1 = \frac{1}{2}(3m + m)v^2$$

两式联立可得

$$h_2 = 1.5h_1$$

故以上物理量应满足的关系式是 $h_2 = 1.5h_1$ 。

16. 【答案】 ①. BC ②. $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$ ③. 小球离开斜槽末端做平抛运动，竖直方向满足

$y = \frac{1}{2}gt^2$ ，下落高度一定，运动时间相同；水平方向满足 $x = vt$ ，水平位移与平抛初速度成正比 ④. B

【解析】

【分析】

【详解】(1)[1]A. 因小球在斜槽末端的速度与平抛的水平位移成正比，所以斜槽是否光滑对该实验影响不

大，A 错误；

B. 斜槽末端保持水平，是为了保证它们在水平碰撞后做平抛运动，B 正确；

C. 小球 1 每次必须从同一高度释放，保证尽可能每次碰撞情况相同，C 正确；

故选 BC。

[2][3] 小球离开斜槽末端做平抛运动，竖直方向满足

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

下落高度一定，运动时间相同；水平方向满足

$$x = vt$$

水平位移与平抛初速度成正比，两球相碰前后的动量守恒，其表达式可表示为

$$m_1 \overline{OP} = m_1 \overline{OM} + m_2 \overline{ON}$$

(3) 碰撞前的动量等于碰撞后的动量，所以 P 点是碰撞前的位置，M 点是碰撞后的位置，N 点是被碰小球的
下落位置，AC 错误，B 正确；故选 B。

四、计算论证题：本题共 5 小题，共 40 分。解答时请写出必要的文字、方程式和演算步骤。

只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题目，答案中必须明确写出数值和单位。

17. 【答案】见解析

【解析】

【详解】不正确。因为作用力和反作用力是作用在两个相互作用的物体之上的；作用力和反作用力可以同时做负功，也可以同时做正功；如冰面上两个原来静止的小孩子相互推一下之后，两人同时后退，则两力做正功；而两个相对运动后撞在一起的物体，作用力和反作用力均做负功；当作用力不做功时，反作用力可以做功，如物体在地面上滑动时，地面对物体的摩擦力做功，而物体对地面的摩擦力不做功。

18. 【答案】 $\frac{4\pi^2(R+h)^3}{GT_{\text{天}}^2}$

【解析】

【详解】设火星的质量为 M ，根据万有引力提供向心力可得

$$G \frac{mM}{(R+h)^2} = m \left(\frac{2\pi}{T_{\text{天}}} \right)^2 (R+h)$$

解得

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

19. 【答案】 (1) $mgl(1 - \cos \theta)$ ； (2) $\sqrt{2gl(\sin \theta + \cos \theta - 1)}$

【解析】

【详解】(1) 小球缓慢运动，动能变化量为零，由动能定理得

$$W_F - mgl(1 - \cos \theta) = 0$$

解得

$$W_F = mgl(1 - \cos\theta)$$

(2) 小球从 P 点运动到 Q 点，由动能定理得

$$Fl \sin\theta - mgl(1 - \cos\theta) = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

由题知

$$F = mg$$

解得

$$v = \sqrt{2gl(\sin\theta + \cos\theta - 1)}$$

20. 【答案】(1) 见解析；(2) a. $h \geq 2.5R$ ； b. 见解析

【解析】

【详解】(1) 根据动能定理

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

根据重力做功的特点可知

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

联立解得

$$E_{k2} - E_{k1} = E_{p1} - E_{p2}$$

整理可得

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

(2) a、假设小球刚好能过最高点，在最高点时小球只受重力作用，此时重力提供向心力

$$m_1g = m_1 \frac{v^2}{R}$$

解得小球能过最高点的最小速度为

$$v_{\min} = \sqrt{gR}$$

小球从 M 到 P，设小球运动到最高点 P 时的速度为 v_P ，根据机械能守恒定律

$$m_1gh = \frac{1}{2}m_1v_P^2 + m_1g \times 2R$$

解得

$$h = 2.5R$$

即小球刚好能过最高点需满足

$$h \geq 2.5R$$

b、以小球 m_1 为研究对象，设小球运动到 N 点时的速度为 v_1 ，从 M 到 N，根据机械能守恒定律

$$m_1gh = \frac{1}{2}m_1v_1^2$$

以两个小球为研究对象，碰后两小球的速度分别为 v_1' 、 v_2' ，根据动量守恒定律

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

根据能量守恒定律

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$$

联立即得小球 m_2 碰后的速度

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_2 + m_1} v_1$$

因为小球 m_1 从 $h = 2.5R$ 处滚下时恰好能过最高点，所以只要 m_2 在 N 点被碰后的速度

$$v_2' \geq v_1$$

就能过最高点，从上式中分析可以得到，当 $m_2 \leq m_1$ 时，可得 $v_2' \geq v_1$ ，所以当满足 $m_2 \leq m_1$ 时，小球 m_2 被碰后能通过圆轨道的最高点 P 。

21. 【答案】(1) 不能；(2) 见解析；(3) 见解析；

【解析】

【详解】(1) 采用滑跃式起飞时，飞机的初速度是 0，则由速度—位移公式

$$v^2 = 2aL$$

可得该舰飞行甲板长度的长度为

$$L = 250\text{m}$$

不满足自行起飞的要求。

(2) 可以设计为内燃机弹射系统，筒式压缩空气弹射系统，电磁弹射系统。

内燃机弹射系统：燃料燃烧喷气弹射，优点是技术成熟，缺点是动力较小。

筒式压缩空气弹射系统：节约能源，动力较小。

电磁弹射系统：较为先进的弹射系统，动力强，需强电流。

(3) 使用核能作为弹射系统的动力能源，为战斗机配备核驱动系统。

使用液压弹射系统，使用液态氮汽化的驱动力进行弹射。

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