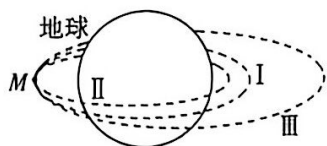


1. (2023 海淀一模) 如图所示, 卫星沿圆形轨道 I 环绕地球运动。当其运动到 M 点时采取了一次减速制动措施, 进入椭圆轨道 II 或 III。轨道 I、II 和 III 均与地球赤道面共面。变更轨道后 ()



- A. 卫星沿轨道 III 运动
B. 卫星经过 M 点时的速度小于 7.9 km/s
C. 卫星经过 M 点时的加速度变大
D. 卫星环绕地球运动的周期变大
2. (2024 房山一模) 火星是太阳系中距离地球较近、自然环境与地球最为类似的行星之一。如果将地球和火星绕太阳的公转视为匀速圆周运动, 并忽略行星自转的影响。根据表中数据, 结合所学知识可以判断 ()

行星	天体质量/kg	天体半径/m	公转轨道半径/m
地球	6.0×10^{24}	6.4×10^6	1.5×10^{11}
火星	6.4×10^{23}	3.4×10^6	2.3×10^{11}

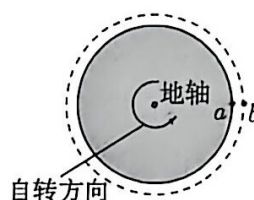
- A. 火星的公转周期小于 1 年
B. 火星表面的重力加速度小于地球表面的重力加速度
C. 火星的第一宇宙速度大于 7.9 km/s
D. 太阳对地球的引力比太阳对火星的引力小
3. 使物体脱离星球的引力束缚, 不再绕星球运行, 从星球表面发射所需的最小速度称为第二宇宙速度, 星球的第二宇宙速度 v_2 与第一宇宙速度 v_1 的关系是 $v_2 = \sqrt{2}v_1$ 。已知某星球的半径为 r , 它表面的重力加速度为地球表面重力加速度 g 的 $\frac{1}{6}$ 。不计其他星球的影响, 则该星球的第二宇宙速度为 ()

- A. $\sqrt{\frac{1}{6}gr}$ B. $\sqrt{\frac{1}{3}gr}$
C. $\sqrt{\frac{1}{2}gr}$ D. $\sqrt{gr}$

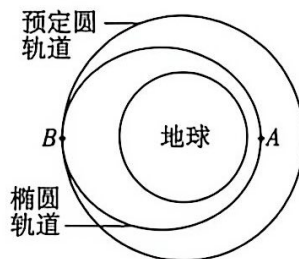
4. (2023 东城一模) 2022 年 11 月 1 日, 梦天实验舱与天和核心舱组合体顺利对接, 完成了中国空间站建设最后一个模块的搭建。已知对接后中国空间站距

地面高度约为 400 km , 地球同步卫星距地面高度约为 $36\,000 \text{ km}$, 二者的运动均视为匀速圆周运动, 则 ()

- A. 对接前空间站内的航天员不受地球引力作用
B. 对接时梦天实验舱与天和核心舱因相互作用而产生的加速度大小相等
C. 对接后中国空间站绕地球运行的速度小于 7.9 km/s
D. 对接后中国空间站的运行周期大于地球同步卫星的运行周期
5. 如图所示, a 为在地球赤道表面随地球一起自转的物体, b 为绕地球做匀速圆周运动的近地卫星, 轨道半径可近似为地球半径。假设 a 与 b 质量相同, 地球可看作质量分布均匀的球体, 比较物体 a 和卫星 b ()



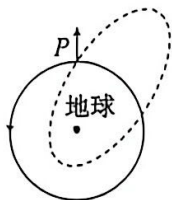
- A. 角速度大小近似相等
B. 线速度大小近似相等
C. 向心加速度大小近似相等
D. 所受地球引力大小近似相等
6. (2023 石景山一模) 如图所示, 中国自行研制、具有完全知识产权的“神舟”飞船某次发射过程简化如下: 飞船在酒泉卫星发射中心发射, 由“长征”运载火箭送入近地点为 A 、远地点为 B 的椭圆轨道上, 在 B 点通过变轨进入预定圆轨道。则 ()



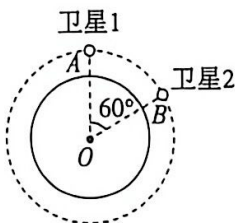
- A. 飞船在 B 点通过加速从椭圆轨道进入预定圆轨道
B. 在 B 点变轨后, 飞船的机械能减小
C. 在椭圆轨道上运行时, 飞船在 A 点的加速度比在 B 点的小
D. 在椭圆轨道上运行时, 飞船在 A 点的速度比在 B 点的小



7. (2025 朝阳校级月考) 太空碎片会对航天器带来危害。设空间站在地球附近沿逆时针方向做匀速圆周运动, 如图中实线所示。为了避开碎片, 空间站在 P 点向图中箭头所指径向方向极短时间喷射气体, 使空间站获得反冲速度, 从而实现变轨。变轨后的轨道如图中虚线所示, 其半长轴大于原轨道半径。则



- A. 空间站变轨前、后在 P 点的加速度相同
 B. 空间站变轨后的运行周期比变轨前的小
 C. 空间站变轨后在 P 点的速度比变轨前的小
 D. 空间站变轨前的速度比变轨后在近地点的大
8. 多选 北斗卫星导航系统具有导航、定位等功能, “北斗”系统中两颗工作卫星 1 和 2 均绕地心 O 做匀速圆周运动, 轨道半径均为 r , 某时刻两颗卫星分别位于轨道上的 A 、 B 两位置, 如图所示, 若卫星均沿顺时针方向运动, 地球表面处的重力加速度为 g , 地球半径为 R , 不计卫星间的相互作用力, 以下判断中正确的是



- A. 两颗卫星所受的向心力大小一定相等
 B. 卫星 1 加速后可追上卫星 2
 C. 两颗卫星的向心加速度大小相等, 均为 $\frac{R^2}{r^2}g$
 D. 卫星 1 由位置 A 运动至位置 B 所需的时间可能为 $\frac{7\pi r}{3R\sqrt{\frac{r}{g}}}$

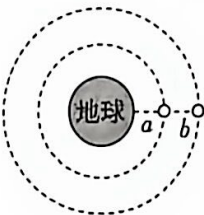
9. 多选 如图所示, a 、 b 两颗卫星在同一平面内绕地球做同向匀速圆周运动, a 、 b 的线速度分别为 v_a 、 v_b , 周期分别为 T_a 、 T_b 。下列说法正确的是

A. $v_a > v_b$

B. $T_a > T_b$

C. 从图示位置开始经过时间

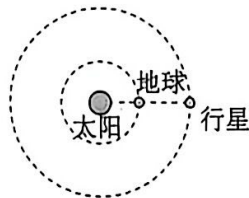
$\frac{T_a T_b}{T_b - T_a}$, a 、 b 再次相距最近



D. 从图示位置开始经过时间 $\frac{T_a T_b}{T_a + T_b}$, a 、 b 再次相距

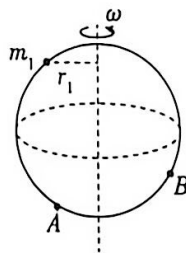
最近

10. 如图, 地球和行星绕太阳做匀速圆周运动, 地球和行星做匀速圆周运动的半径之比 $r_1 : r_2 = 1 : 4$, 不计地球和行星之间的相互影响, 下列说法正确的是



- A. 行星绕太阳做圆周运动的周期为 4 年
 B. 地球和行星的线速度大小之比为 $1 : 2$
 C. 由图示位置开始计时, 至少经过 $\frac{8}{7}$ 年, 地球再次位于太阳和行星的连线上且在两者之间
 D. 地球和行星分别与太阳的连线在相同的时间内扫过的面积相等

11. 多选 (2024 西城校级月考) 地球刚诞生时自转周期约为 8 小时, 因为受到月球潮汐的影响, 自转在持续减速, 现在地球自转周期为 24 小时。与此同时, 由于地球板块的运动、地壳的收缩、海洋、大气等一些复杂因素以及人类活动的影响, 地球的自转周期会发生毫秒级别的微小波动。科学研究指出, 若不考虑月球的影响, 在地球的总质量不变的情况下, 地球上的所有物质满足 $m_1 \omega r_1^2 + m_2 \omega r_2^2 + \dots + m_n \omega r_n^2 = \text{常量}$, 其中 m_1 、 m_2 、 m_3 、 $\dots$ 、 m_n 表示地球各部分的质量, r_1 、 r_2 、 $\dots$ 、 r_n 为地球各部分到地轴的距离, ω 为地球自转的角速度, 如图所示。下列说法正确的是



- A. 月球潮汐的影响使地球自转的角速度变小
 B. 若地球自转变慢, 地球赤道处的重力加速度会变小
 C. 若仅考虑 A 处的冰川融化, 质心下降, 会使地球自转周期变小
 D. 若仅考虑 B 处板块向赤道漂移, 会使地球自转周期变小



一、选择题

1. 关于物理学的发展和物理规律的适用性, 下列说法正确的是 ()

- A. 古希腊亚里士多德发现了行星运动的三条基本定律
- B. 万有引力定律只能用来计算天体之间的相互作用力
- C. 万有引力定律是牛顿在总结前人研究的基础上发现的
- D. 引力常量 G 是卡文迪什第一个由实验的方法测定的, 它没有单位

2. (2024 通州一模) 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”的线速度更大
- 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”的运行轨道半径更大

3. (2024 西城一模) 2023 年, 我国首颗超低轨道实验卫星“乾坤一号”发射成功。“乾坤一号”是一颗绕地球做圆周运动的近地卫星。关于它的运动, 下列说法正确的是 ()

- A. 角速度大于地球自转的角速度
- B. 线速度大于地球的第一宇宙速度
- C. 线速度小于地球表面物体随地球自转的线速度
- D. 向心加速度小于地球表面的物体随地球自转的向心加速度

4. (2024 朝阳一模) 地球同步卫星位于地面上方高度约 36 000 km 处, 周期与地球自转周期相同, 其运动可视为绕地球做匀速圆周运动。其中一种轨道平面与赤道平面成 0° 角, 运动方向与地球自转方向相同, 因其相对地面静止, 也称静止卫星。下列说法正确的是 ()

- A. 与静止于赤道上的物体相比, 静止卫星向心加速度更小

B. 与近地轨道卫星相比, 静止卫星的线速度更小

C. 静止卫星内的物体处于平衡状态

D. 所有静止卫星的线速度均相同

5. (2024 丰台一模) 如图所示, 航天员在“天宫课堂”中进行验证碰撞过程中动量守恒的实验时, 掷出的小球碰撞前在空间站中做匀速直线运动。已知地球质量为 M , 地球半径为 R , 绕地球做匀速圆周运动的空间站离地高度为 h , 引力常量为 G 。下列说法正确的是 ()

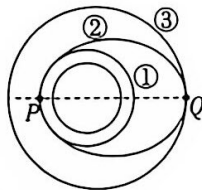


- A. 根据题中信息可以计算空间站的运行周期
- B. 空间站环绕地球的速度大于地球的第一宇宙速度
- C. 由 $a = G \frac{M}{(R+h)^2}$ 可知, 空间站的加速度恒定
- D. 小球做匀速直线运动是因为小球不受力

6. (2021 北京, 6, 3 分) 2021 年 5 月, “天问一号”探测器成功在火星软着陆, 我国成为世界上第一个首次探测火星就实现“绕、落、巡”三项任务的国家。“天问一号”在火星停泊轨道运行时, 近火点距离火星表面 2.8×10^3 km、远火点距离火星表面 5.9×10^5 km, 则“天问一号” ()

- A. 在近火点的加速度比远火点的小
- B. 在近火点的运行速度比远火点的小
- C. 在近火点的机械能比远火点的小
- D. 在近火点通过减速可实现绕火星做圆周运动

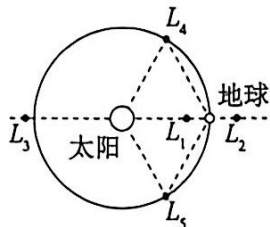
7. (2024 海淀校级月考) 如图为神舟十七号的发射与交会对接过程示意图, 图中①为飞船的近地圆轨道, 其轨道半径为 R_1 , ②为椭圆变轨轨道, ③为天核核心舱所在的圆轨道, 其轨道半径为 R_2 , P 、 Q 分别为②轨道与①、③轨道的交点。关于神舟十七号载人飞船和天和核心舱, 下列说法正确的是 ()



- A. 飞船从②轨道变轨到③轨道需要在 Q 点点火减速
 B. 飞船在③轨道上的运行速度大于地球的第一宇宙速度
 C. 飞船在①轨道的动能一定大于天和核心舱在③轨道的动能
 D. 若天和核心舱在③轨道的运行周期为 T , 则飞船在

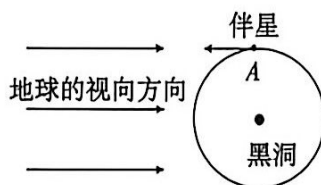
$$\text{②轨道从 } P \text{ 运动到 } Q \text{ 的时间为 } \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{R_1+R_2}{2R_2}\right)^3} T$$

8. (2024 海淀模拟) 两个质量相差悬殊的天体(如太阳和地球)所在同一平面上有 5 个特殊点, 如图中所示的 L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 点, 人们称为拉格朗日点。若飞行器位于这些点上, 会在太阳与地球共同引力作用下, 可以几乎不消耗燃料而保持与地球同步做圆周运动。若发射一颗卫星定位于 L_2 点, 下列说法正确的是 ()

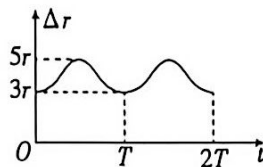


- A. 该卫星绕太阳运动的周期大于地球公转周期
 B. 该卫星在 L_2 点处于平衡状态
 C. 该卫星绕太阳运动的向心加速度大于地球绕太阳运动的向心加速度
 D. 该卫星在 L_2 处所受太阳和地球引力的合力比在 L_1 处的小
9. (2023 丰台二模) 两个天体组成双星系统, 它们在相互之间的万有引力作用下, 绕连线上某点做周期相同的匀速圆周运动。科学家在地球上用望远镜观测由两个小行星构成的双星系统, 看到一个亮度周期性变化的光点, 这是因为当其中一个天体挡住另一个天体时, 光点亮度会减弱。科学家用航天器以某速度撞击该双星系统中较小的小行星, 撞击后, 科学家观测到光点明暗变化的时间间隔变短。不考虑撞击后双星系统的质量变化。根据上述材料, 下列说法正确的是 ()
- A. 被航天器撞击后, 双星系统的运动周期变大
 B. 被航天器撞击后, 两个小行星中心连线的距离增大
 C. 被航天器撞击后, 双星系统的引力势能减小
 D. 小行星质量越大, 其运动的轨道越容易被改变

10. (2024 西城二模) 黑洞是存在于宇宙空间中的一种特殊天体。人们可以通过观测黑洞外的另一个天体(也称伴星)的光谱来获取信息。如图所示, 若伴星绕黑洞沿逆时针方向做匀速圆周运动, 伴星的轨道与地球的视向方向共面。人们在地球上观测到的伴星光谱谱线的波长 $\lambda' = \left(1 + \frac{v}{c}\right) \lambda$, 式中 λ 是光源静止时的谱线波长, c 为光速, v 为伴星在地球视向方向的分速度(以地球的视向方向为正方向)。已知引力常量 G , 不考虑宇宙膨胀和黑洞引力导致的谱线波长变化。下列说法正确的是 ()



- A. 观测到伴星光谱谱线的波长 $\lambda' < \lambda$, 对应着伴星向远离地球的方向运动
 B. 观测到伴星光谱谱线波长的最大值, 对应着伴星在图中 A 位置
 C. 根据伴星光谱谱线波长变化的周期和最大波长可以估测黑洞的密度
 D. 根据伴星光谱谱线波长变化的周期和最大波长可以估测伴星运动的半径
11. (2023 海淀模拟) A, B 两颗卫星在同一平面内沿同一方向绕地球做匀速圆周运动, 它们之间的距离 Δr 随时间变化的关系如图所示, 不考虑 A, B 之间的万有引力, 已知地球的半径为 $0.8r$, 引力常量为 G , 卫星 A 的线速度大于卫星 B 的线速度, 则以下说法正确的是 ()



- A. 卫星 A 的发射速度可能大于第二宇宙速度
 B. 地球的第一宇宙速度为 $\frac{16\pi r}{7T}$
 C. 地球的密度为 $\frac{192\pi}{49GT^2}$
 D. 卫星 A 的加速度大小为 $\frac{256\pi^2 r}{49T^2}$



12. (2024 北京, 19, 10 分) 科学家根据天文观测提出宇宙膨胀模型: 在宇宙大尺度上, 所有的宇宙物质(星体等)在做彼此远离运动, 且质量始终均匀分布, 在宇宙中所有位置观测的结果都一样。以某一点 O 为观测点, 以质量为 m 的小星体(记为 P)为观测对象。当前 P 到 O 点的距离为 r_0 , 宇宙的密度为 ρ_0 。
- (1) 求小星体 P 远离到 $2r_0$ 处时宇宙的密度 ρ ;
 - (2) 以 O 点为球心, 以小星体 P 到 O 点的距离为半径建立球面。 P 受到的万有引力相当于球内质量集中于 O 点对 P 的引力。已知质量为 m_1 和 m_2 、距离为 R 的两个质点间的引力势能 $E_p = -G \frac{m_1 m_2}{R}$, G 为引力常量。仅考虑万有引力和 P 远离 O 点的径向运动。
 - a. 求小星体 P 从 r_0 处远离到 $2r_0$ 处的过程中动能的变化量 ΔE_k ;
 - b. 宇宙中各星体远离观测点的速率 v 满足哈勃定律 $v = Hr$, 其中 r 为星体到观测点的距离, H 为哈勃系数。 H 与时间 t 有关但与 r 无关, 分析说明 H 随 t 增大还是减小。

13. (2025 西城期末) 某星系中有大量的恒星和星际物质, 主要分布在半径为 $2R$ 的球体内, 球体外仅有极少的恒星。球体内物质总质量为 M , 可认为均匀分布。如图 1 所示, 以星系中心为坐标原点 O , 沿某一半径方向为 x 轴正方向, 在 $x=R$ 处有一质量为 m 的探测器, 向着星系边缘运动。已知引力常量为 G 。
- (1) 已知质量均匀分布的球壳对壳内物体的引力为零, 推导探测器在星系内受到的引力大小 F 随 x 变化的规律。
 - (2) 求探测器从 $x=R$ 处沿 x 轴运动到球体边缘的过程中引力做的功 W 。
 - (3) 若探测器在 $x=R$ 处的速度方向与 x 轴的夹角为 45° , 如图 2 所示。探测器仅在引力作用下运动到距离星系中心最远时, 恰好到达球体的边缘。已知探测器在运动过程中, 它与星系中心的连线在相等时间内扫过的面积相等, 且引力做功与路径无关。忽略探测器与恒星及星际物质的碰撞, 求探测器在 $x=R$ 处速度的大小 v_0 。

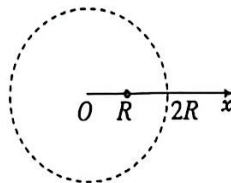


图 1

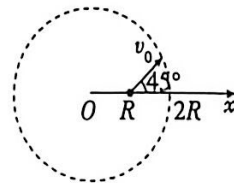
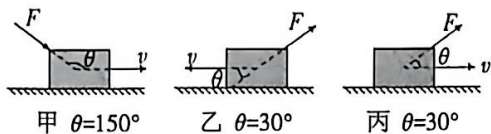


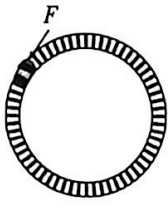
图 2



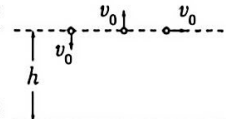
1. 如图所示,物体在力 F 的作用下沿水平面发生了一段位移 x ,三种情形下力 F 和位移 x 的大小都是相等的,角 θ 的大小、物体运动方向已在图中标明,下列说法正确的是 ()



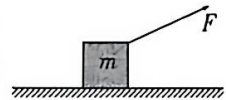
- A. 三种情形下,力 F 做功的大小相等
B. 甲、乙两种情形下,力 F 都做负功
C. 乙、丙两种情形下,力 F 都做正功
D. 不知道地面是否光滑,无法判断 F 做功的大小关系
2. 利用微元思想可以解决变力做功问题。如图所示,用大小不变的水平外力 F 作用于小车上, F 的方向时刻与小车的速度方向相同,使小车沿半径为 R 的圆弧轨道缓慢运动一周,该过程中力 F 所做的功为 ()



- A. 0
B. $2\pi FR$
C. πFR
D. $2FR$
3. (2024 东城二模) 如图所示,在距地面同一高度处将三个相同的小球以相同的速率分别沿竖直向下、竖直向上、水平向右的方向抛出,不计空气阻力,比较这三个小球从抛出到落地的过程,下列说法正确的是 ()

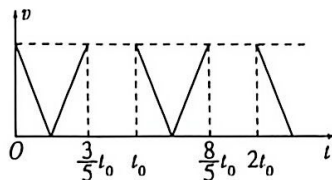


- A. 重力对每个小球做的功都各不相同
B. 每个小球落地时的速度都各不相同
C. 每个小球在空中的运动时间都各不相同
D. 每个小球落地时重力做功的瞬时功率都各不相同
4. (2023 北京, 11, 3 分) 如图所示,一物体在力 F 作用下沿水平桌面做匀加速直线运动。已知物体质量为 m ,加速度大小为 a ,物体和桌面之间的动摩擦因数为 μ ,重力加速度为 g 。在物体移动距离为 x 的过程中 ()



- A. 摩擦力做功大小与 F 方向无关
B. 合力做功大小与 F 方向有关
C. F 为水平方向时, F 做功为 μmgx
D. F 做功的最小值为 max

5. (2023 朝阳一模) 质量为 m 的同学原地跳绳时,上下运动,其速度大小 v 随时间 t 的变化图像如图所示。重力加速度为 g 。则 ()



- A. $0 \sim t_0$ 内,该同学的最大速度约为 $\frac{3}{5}gt_0$
B. $0 \sim t_0$ 内,该同学上升的最大高度约为 $\frac{9}{50}gt_0^2$
C. 该同学克服重力做功的平均功率约为 $\frac{9}{200}mg^2t_0$
D. 每跳一次,地面对该同学所做的功约为 $\frac{9}{200}mg^2t_0^2$
6. (2024 海淀二模) 如图 1 所示,某同学在表面平坦的雪坡下滑,不借助雪杖,能一直保持固定姿态加速滑行到坡底。该同学下滑情境可简化为图 2,雪坡倾角为 α ,人可视为质点,图中用小物块表示,下滑过程中某一时刻滑行的速度 v 的方向与雪坡上所经位置的水平线夹角为 β ($\beta < 90^\circ$),已知该同学和滑雪装备的总质量为 m ,滑雪板与雪坡之间的动摩擦因数为 μ ,重力加速度为 g ,不计空气阻力。关于该下滑过程,下列说法正确的是 ()



图 1

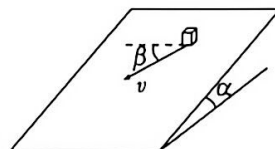


图 2

- A. 该同学所受摩擦力小于 $\mu mg \cos \alpha$
B. 该同学所受摩擦力的方向不变
C. 该同学沿 v 的方向做匀加速直线运动
D. 该同学所受重力的瞬时功率一直在增加
7. 复兴号动车在世界上首次实现速度 350 km/h 自动驾驶功能,成为我国高铁自主创新的又一重大标志性成果。一列质量为 m 的动车,初速度为 v_0 ,以恒定功率 P 在平直轨道上运动,经时间 t 达到该功率下的最大速度 v_m ,设动车行驶过程所受到的阻力 F 保持不变。动车在时间 t 内 ()



A. 牵引力的功率 $P = Fv_m$

B. 做匀加速直线运动

C. 位移 $x = \frac{(v_m + v_0)}{2}t$

D. 牵引力做的功 $W = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

8. 质量为 m 的汽车在水平路面上启动过程中的速度-时间图像如图所示, Oa 段为过原点的倾斜直线, ab 段表示以额定功率行驶时的加速阶段, bc 段是与 ab 段相切的水平直线, 下列说法正确的是 ()

- A. $0 \sim t_1$ 时间内, 汽车做匀加速运动且功率恒定
B. $t_1 \sim t_2$ 时间内, 汽车牵引力做功为 $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$
C. $t_1 \sim t_2$ 时间内, 汽车牵引力不断减小
D. $t_2 \sim t_3$ 时间内, 汽车牵引力大于其所受阻力

9. (2021 北京, 8, 3 分) 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

10. (2023 朝阳二模) 电动平衡车作为一种电力驱动的运输载具, 广泛应用于娱乐、代步、安保巡逻等领域。某人站在平衡车上以初速度 v_0 在水平地面上沿直线做加速运动, 经历时间 t 达到最大速度 v_m , 此过程电动机的输出功率恒为额定功率 P 。已知人与车整体的质量为 m , 所受阻力的大小恒为 f 。则 ()

- A. $v_m = v_0 + \frac{P}{f}$
B. 车速为 v_0 时的加速度大小为 $\frac{P}{mv_0}$
C. 人与车在时间 t 内的位移大小等于 $\frac{1}{2}\left(v_0 + \frac{P}{f}\right)t$
D. 在时间 t 内阻力做的功为 $\frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 - Pt$

11. (2024 东城期末) 如图 1 所示, 质量 $m = 10 \text{ kg}$ 的物块静止在光滑水平面上的 A 点, 在水平外力 F 作用

下, 10 s 末到达 B 点, 外力 F 随时间变化的规律如图 2 所示, 取向右为正方向。



图 1

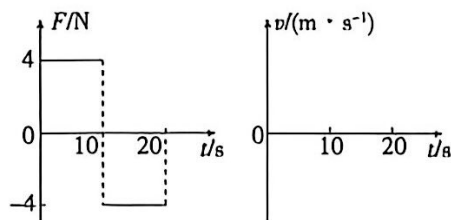


图 2

图 3

- (1) 求前 10 s 内物块的位移大小 x_1 和在 B 点的速度大小 v_1 ;
(2) 请在图 3 中画出物块在前 20 s 内的速度-时间 ($v-t$) 图像;
(3) 求在 10 s 到 20 s 这段时间内外力 F 所做的功 W 。

12. 目前, 上海有若干辆超级电容车试运行, 运行中不需要连接电缆, 只需在乘客上车间隙充电 30 秒 到 1 分钟 , 就能行驶 3 千米 到 5 千米 。假设有一辆超级电容车, 质量 $m = 2 \times 10^3 \text{ kg}$, 额定功率 $P = 60 \text{ kW}$, 当超级电容车在平直水平路面上行驶时, 受到的阻力 F_f 是车重的 0.1 倍, g 取 10 m/s^2 。

- (1) 超级电容车在此路面上行驶所能达到的最大速度是多少?
(2) 若超级电容车从静止开始, 保持以 0.5 m/s^2 的加速度做匀加速直线运动, 这一过程能维持多长时间?
(3) 若超级电容车从静止开始, 保持额定功率做加速运动, 50 s 后达到最大速度, 求此过程中超级电容车的位移大小。



1. A 、 B 两物体在光滑水平面上, 分别在相同的水平恒力 F 作用下, 由静止开始通过相同的位移 l 。若 A 的质量大于 B 的质量, 则在这一过程中 ()

- A. A 获得的动能较大
B. B 获得的动能较大
C. A 、 B 获得的动能一样大
D. 无法比较 A 、 B 获得的动能大小

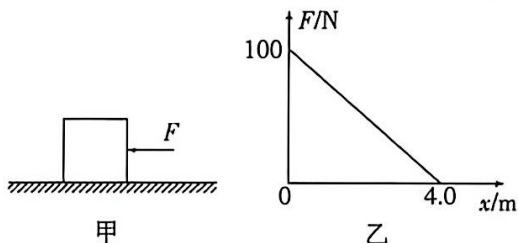
2. 高空跳水是一种十分惊险的跳水运动。运动员从很高的悬崖上或特制的超高跳台上起跳并完成空中动作后入水。一质量为 m 的运动员从高度为 h 处跳下, 以大小为 v 的速度入水。认为运动员跳下时的初速度为零, 重力加速度大小为 g , 则运动员下落过程中受到的空气阻力 (视为恒力) 大小为 ()

- A. $\frac{mv^2}{h}$ B. $\frac{mv^2}{2h}$ C. $mg - \frac{mv^2}{h}$ D. $mg - \frac{mv^2}{2h}$

3. 一个质量为 20 kg 的小孩从滑梯顶端由静止开始滑下, 滑到底端时的速度大小为 3 m/s , 已知滑梯顶端距地面高度为 2 m , g 取 10 m/s^2 。下列说法中正确的是 ()

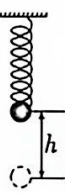
- A. 合外力做功 90 J B. 阻力做功 490 J
C. 重力做功 200 J D. 支持力做功 110 J

4. 如图甲所示, 质量为 $m = 4.0 \text{ kg}$ 的物体静止在水平地面上, 在水平推力 F 作用下开始运动, 水平推力 F 随位移 x 变化的图像如图乙所示 ($x = 4.0 \text{ m}$ 后无推力存在)。已知物体与地面之间的动摩擦因数 $\mu = 0.50$, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。下列选项正确的是 ()



- A. 物体在水平地面上运动的最大位移是 4.0 m
B. 物体的最大加速度为 25 m/s^2
C. 在物体运动过程中推力做的功为 200 J
D. 在距出发点 3.0 m 位置时物体的速度达到最大

5. 如图所示, 在轻弹簧的下端悬挂一个质量为 m 的小球 A , 若将小球 A 从弹簧原长位置由静止释放, 小球 A 能够下降的最大高度为 h 。若将小球 A 换为质量为 $2m$ 的小球 B , 仍从弹簧原长位置由静止释放, 则小球 B 下降 h 时的

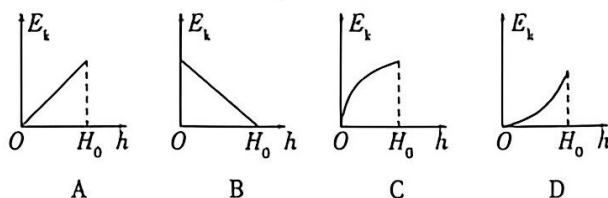


速度大小为 (已知重力加速度为 g , 不计空气阻力)

()

- A. $\sqrt{2gh}$ B. $\sqrt{gh}$ C. $\sqrt{\frac{gh}{2}}$ D. 0

6. 质量为 m 的物体从距离地面高度为 H_0 处由静止落下, 若不计空气阻力, 物体下落过程中动能 E_k 随距地面高度 h 变化关系的 E_k-h 图像是 ()



7. (2024 丰台一模) 如图

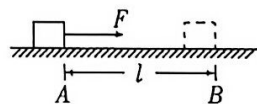
所示, 斜面顶端在水平面上的投影为 O 点, 斜

面与水平面平滑连接。一小木块从斜面的顶端由静止开始下滑, 停到水平面上的 A 点。已知小木块与斜面、水平面间的动摩擦因数相同。保持斜面长度不变, 增大斜面倾角, 下列说法正确的是 ()

- A. 小木块沿斜面下滑的加速度减小
B. 小木块滑至斜面底端时重力的瞬时功率增大
C. 小木块滑至斜面底端的时间增大
D. A 点到 O 点的距离不变

8. (2023 丰台二模) 如图所示, 质量为 m 的物体在水平恒力 F 的作用下, 沿水平面从 A 点加速运动至 B 点, A 、 B 两点间的距离为 l 。物体与水平面间的动摩擦因数为 μ , 重力加速度为 g 。在物体从 A 点运动到 B 点的过程中, 求:

- (1) 物体的加速度大小 a ;
(2) 恒力 F 对物体做的功 W ;
(3) 此过程中物体速度由 v_1 变化到 v_2 , 请根据牛顿第二定律和运动学公式, 推导合力对物体做的功与物体动能变化的关系。

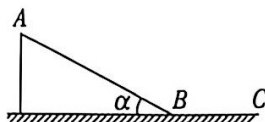


9. 冰壶是冬奥会上极具观赏性的比赛项目之一。比赛中,运动员把冰壶沿水平冰面投出,让冰壶在冰面上自由滑行,在不与其他冰壶碰撞的情况下,最终停在远处的某个位置。已知冰壶的质量为 19 kg ,初速度为 3 m/s ,最初冰壶和冰面的动摩擦因数为 0.02 , g 取 10 m/s^2 。

- (1) 求冰壶滑行过程中加速度的大小 a ;
- (2) 求冰壶整个滑行过程中摩擦力做的功 W ;
- (3) 按比赛规则,投掷冰壶运动员的队友,可以用毛刷在冰壶滑行前方来回摩擦冰面,减小冰面的动摩擦因数以调节冰壶的运动。若冰壶速度减为 2.4 m/s 时距离目标位置还需滑行 18 m ,需要队友通过在其滑行前方持续摩擦冰面,将冰壶和冰面间的动摩擦因数变为多少?

10. (2024 西城一模) 儿童滑梯可简化为如图所示的模型。滑梯下滑区 AB 的长度为 $L=4\text{ m}$,倾角 $\alpha=37^\circ$ 。一个质量 $m=20\text{ kg}$ 的儿童从滑梯顶部 A 点由静止滑下,最后停在水平缓冲区 BC 上。若儿童与 AB 、 BC 部分的动摩擦因数均为 0.5 ,儿童经过两段连接处速度的大小不变。 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 。求:

- (1) 儿童运动到 B 点时速度的大小 v ;
- (2) 缓冲区 BC 部分的最小长度 x ;
- (3) 整个过程中摩擦阻力对儿童做的功 W_f 。



11. (2023 东城二模) 利用物理模型对问题进行分析,是重要的科学思维方法。

如图所示,长为 L 的均匀细杆的一端固定一个小球,另一端可绕垂直于杆的光滑水平轴 O 转动。已知小球质量为 m_1 ,杆的质量为 m_2 。小球可视为质点,重力加速度为 g 。

(1) 若杆的质量与小球质量相比可以忽略。把杆拉到水平位置后,将小球无初速度释放。

a. 当杆转动至与水平方向成 θ 角时 ($\theta < 90^\circ$), 求小球的角速度 ω 。

b. 若只增加杆的长度,小球由静止开始运动到最低点的过程中,所用时间是变长还是变短,通过分析定性说明。

(2) 若杆的质量与小球质量相比不能忽略。已知杆在绕 O 点转动时,其动能的表达式为 $E_k =$

$$\frac{1}{6}m^{\alpha}\omega^{\beta}L^{\gamma}。$$

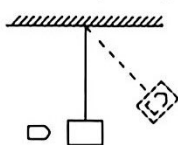
a. 请你利用单位制的知识,判断 α 、 β 、 γ 的数值。

b. 把杆拉到水平位置后,将小球无初速度释放,当杆转动至与水平方向成 θ 角时 ($\theta < 90^\circ$), 求小球的角速度 ω' 。



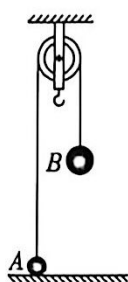
1. 下列运动过程的物体机械能守恒的是 ()
- A. 随电梯匀加速上升的木箱
- B. 坐在匀速转动的摩天轮中的游客
- C. 抛出后在空中运动的实心球 (不计空气阻力)
- D. 在空中匀速下落的雨滴

2. 木块静止挂在绳子下端, 一子弹以水平速度射入木块并留在其中, 再与木块一起共同摆到一定高度, 如图所示, 从子弹开始射入到共同上摆到最大高度的过程中, 下列说法正确的是 ()



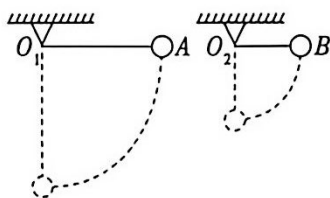
- A. 子弹的机械能守恒
- B. 木块的机械能守恒
- C. 子弹和木块总机械能守恒
- D. 子弹和木块上摆过程中系统机械能守恒

3. (2024 海淀一模) 如图所示, 一条不可伸长的轻绳跨过定滑轮, 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, 使轻绳拉紧, A 球静止于地面。不计空气阻力、定滑轮的质量及轮与轴间的摩擦, 重力加速度用 g 表示。由静止释放 B 球, 到 B 球落地前的过程中, 下列说法正确的是 ()



- A. A 球的加速度大小为 $2g$
- B. 拉力对 A 球做的功等于 A 球机械能的增加量
- C. 重力对 B 球做的功等于 B 球动能的增加量
- D. B 球机械能的减少量大于 A 球机械能的增加量

4. 如图所示, 将小球 A、B 分别用轻绳悬挂在等高的 O_1 、 O_2 点。已知 A 球的悬绳比 B 球的长, 将两球的悬绳拉直至水平后由静止释放, 不计空气阻力。则经过最低点时 ()



- A. 两球的动能一定相等
- B. 两球重力的瞬时功率一定相等
- C. A 球的机械能一定大于 B 球的机械能
- D. 悬绳对 A 球的拉力一定大于悬绳对 B 球的拉力

5. (2025 西城校级月考) 兴趣小组的同学们利用弹弓放飞模型飞机。弹弓的构造如图 (a) 所示, 其中橡皮筋两端点 A、B 固定在把手上, 橡皮筋处于 ACB 时恰好

为原长状态, 如图 (b) 所示, 将模型飞机的尾部放在 C 处, 将 C 点拉至 D 点时放手, 模型飞机就会在橡皮筋的作用下发射出去。C、D 两点均在 AB 连线的中垂线上, 不计空气阻力及橡皮筋的质量。现将模型飞机竖直向上发射, 在它由 D 点运动到 C 点的过程中, 下列说法正确的是 ()

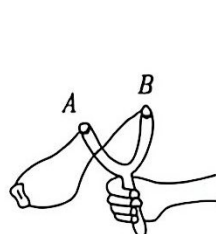


图 (a)

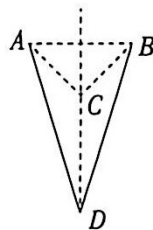
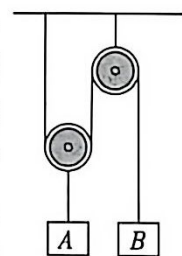


图 (b)

- A. 橡皮筋对模型飞机的弹力始终做正功
- B. 模型飞机克服重力做的功等于橡皮筋对它做的功
- C. 模型飞机的重力势能与橡皮筋的弹性势能之和一直在减小
- D. 模型飞机在 C 点的速度达到最大
6. 从地面以 v_0 的速度竖直向上抛出一物体, 不计空气阻力, 重力加速度为 g , 设地面为重力势能的零势能面。下列说法正确的是 ()
- A. 物体在空中运动的时间为 $\frac{v_0}{g}$
- B. 物体上升的最大高度为 $\frac{v_0^2}{g}$
- C. 物体的重力势能和动能相等时, 物体离地面的高度为 $\frac{v_0^2}{4g}$
- D. 物体的重力势能和动能相等时, 物体的速度为 $\frac{v_0}{2}$

7. (人教版必修第二册改编) 如图所示, 轻质动滑轮下方悬挂重物 A、轻质定滑轮下方悬挂重物 B, 悬挂滑轮的轻质细线竖直。开始时, 重物 A、B 处于静止状态, 释放后 A、B 开始运动。已知 A、B 的质量相等, 假设摩擦阻力和空气阻力均忽略不计, 重力加速度为 g , 当 A 的位移为 h 时, B 的速度为 ()



- A. $\sqrt{gh}$
- B. $\sqrt{2gh}$
- C. $\sqrt{\frac{2}{5}gh}$
- D. $2\sqrt{\frac{2}{5}gh}$



8. 多选 如图所示,有一条柔软的质量为 m 、长为 L 的均匀链条,开始时链条的 $\frac{2}{3}$ 在水平桌面上, $\frac{1}{3}$ 垂于桌外,用外力使链条静止。不计一切摩擦,桌子足够高。下列说法中正确的是(重力加速度为 g) ()

A. 若自由释放链条,则链条刚离

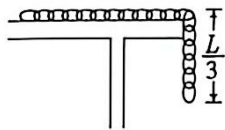
开桌面时的速度 $v = \sqrt{gL}$

B. 若自由释放链条,则链条刚离

开桌面时的速度 $v = \frac{2}{3}\sqrt{2gL}$

C. 若要把链条全部拉回桌面上,至少要对链条做的功为 $\frac{mgL}{3}$

D. 若要把链条全部拉回桌面上,至少要对链条做的功为 $\frac{mgL}{18}$



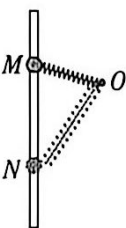
9. 多选 (2025 西城期末) 蹦极是一种极限运动,可简化为如下模型:弹性绳拉伸时可视为轻弹簧,弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$,其中 x 是弹性绳的形变量, k 是劲度系数;人视为质点,从 O 点由静止开始自由下落,始终在一竖直线上运动。人在运动过程中受到的空气阻力忽略不计。若人的质量越大,则 ()



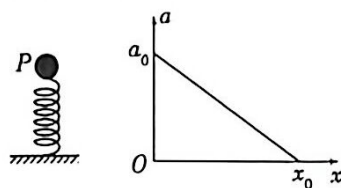
- A. 人向下运动的最大速度越小
B. 人向下运动的最大速度越大
C. 人在最低点时的加速度越小
D. 人在最低点时的加速度越大

10. (2024 朝阳校级三模) 如图,小球套在光滑的竖直杆上,轻弹簧一端固定于 O 点,另一端与小球相连。现将小球从 M 点由静止释放,它在下降的过程中经过了 N 点。已知在 M 、 N 两点处,弹簧对小球的弹力大小相等,且 $\angle ONM < \angle OMN < \frac{\pi}{2}$ 。在小球从 M 点运动到 N 点的过程中,以下叙述正确的是 ()

- A. 弹力对小球先做正功后做负功
B. 有两个时刻小球的加速度等于重力加速度
C. 弹簧长度最短时,弹力对小球做功的功率最大
D. 小球到达 N 点时的动能恰好为零



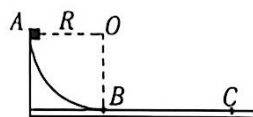
11. (2024 海淀校级月考) 在某星球表面将一轻弹簧竖直固定在水平面上,把质量为 m 的小球 P (可视为质点) 从弹簧上端由静止释放,小球沿竖直方向向下运动,小球的加速度 a 与弹簧压缩量 x 间的关系如图所示,其中 a_0 和 x_0 为已知量。不计空气阻力,下列说法中正确的是 ()



- A. 当弹簧压缩量为 x_0 时,小球 P 的速度为零
B. 小球向下运动至速度为零时所受弹簧弹力大小为 ma_0
C. 弹簧劲度系数为 $\frac{ma_0}{2x_0}$
D. 当弹簧压缩量为 x_0 时,弹簧的弹性势能为 $\frac{1}{2}ma_0x_0$

12. (2023 朝阳一模) 如图所示,竖直平面内半径 $R = 0.2$ m 的光滑 $\frac{1}{4}$ 圆弧轨道固定在水平桌面上,与桌面相切于 B 点,且连接处平滑连接。质量 $m = 0.5$ kg 的小物块由 A 点静止释放,最后静止于桌面上的 C 点。已知物块与桌面间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ 。取 $g = 10$ m/s²。求:

- (1) 物块在 B 点时的速度大小 v_B ;
(2) 物块在 B 点时所受圆弧轨道的支持力大小 N ;
(3) B 、 C 两点间的距离 x 。



1. (2024 通州一模) 某小组同学在“验证机械能守恒定律”实验中, 将打点计时器固定在铁架台上, 使重锤带动纸带从静止开始自由下落。

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

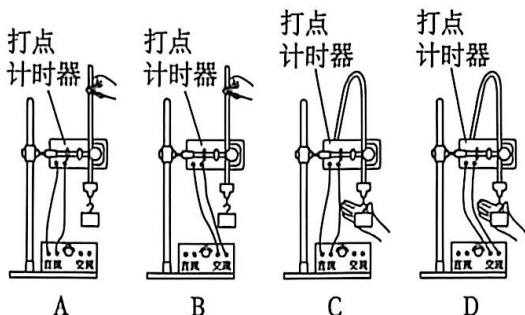


图 1

(2) 实验中, 按照正确的操作得到如图 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 , 打点计时器打点的周期为 T 。设重锤的质量为 m , 从打 O 点到打 B 点的过程中, 重锤的重力势能减少量 $\Delta E_p =$ _____, 动能增加量 $\Delta E_k =$ _____。在误差允许的范围内, 如果 $\Delta E_p = \Delta E_k$, 则可验证机械能守恒。

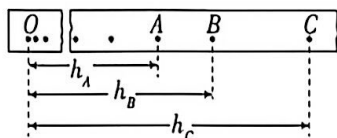


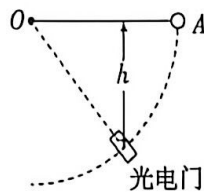
图 2

(3) 在实验中, 该组同学根据测得的数据计算发现 $\Delta E_p < \Delta E_k$, 检查测量与计算均无错误, 他们发现是操作错误引起的, 即先松手后接通电源。仅利用这条纸带能否实现验证机械能守恒定律的目的? 并说明理由。

(4) 利用本实验的实验器材, 不能完成的实验是 _____ (选填选项前字母)。

- A. 研究自由落体运动规律
- B. 探究加速度与物体质量大小的关系
- C. 研究匀变速直线运动的规律
- D. 测量重力加速度的大小

2. (2023 海淀校级开学考) 某同学为验证机械能守恒定律设计了如图所示的实验: 一钢球通过轻绳系在 O 点, 由水平位置静止释放, 用光电门测出小球经过某位置时的挡光时间 Δt , 用刻度尺测出该位置与 O 点的高度差 h 。(已知重力加速度为 g)

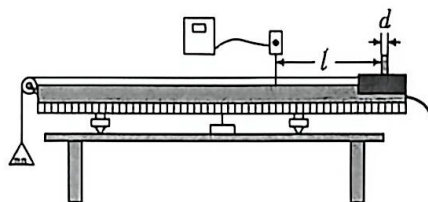


(1) 为了完成实验还需测量的物理量有 _____。(选填正确答案标号)

- A. 绳长 l
- B. 小球的质量 m
- C. 小球的直径 d
- D. 小球下落至光电门处的时间 t

(2) 正确测完需要的物理量后, 验证机械能守恒定律的关系式是 _____。(用已知量和测量量的字母表示)

3. (人教版必修第二册改编) 如图为一种利用气垫导轨验证机械能守恒定律的实验装置。



主要实验步骤如下:

- A. 将气垫导轨放在水平桌面上, 将导轨调至水平。
- B. 测出挡光条的宽度 d 。
- C. 将滑块移至图示位置, 测出挡光条到光电门的距离 l 。
- D. 释放滑块, 读出挡光条通过光电门的挡光时间 t 。
- E. 用天平称出托盘和砝码的总质量 m 。
- F.

回答下列问题:

(1) 在滑块从静止释放到运动到光电门的过程中, 系统的重力势能减少了 _____。

(2) 挡光条通过光电门的速率为 _____。

(3) 为验证机械能守恒定律, 还需要测量的物理量是 _____。(写出物理量的名称及符号)

(4) 若要符合机械能守恒定律的结论, 以上测得的物理量应该满足的关系是 _____。



4. (2025 西城校级期中) 某同学用如图 1 所示的实验装置验证机械能守恒定律。实验所用的电源为学生电源, 有频率为 50 Hz 的“交流输出”和“直流输出”两种输出, 输出的电压均恒为 8 V。重锤从高处由静止开始下落, 重锤拖着的纸带通过打点计时器打出一系列的点迹。对纸带上的点迹进行测量, 即可验证机械能守恒定律。

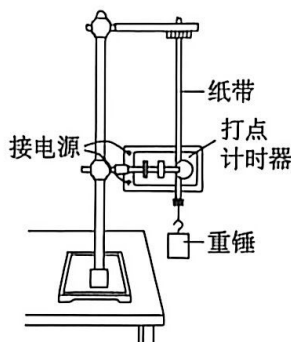


图 1

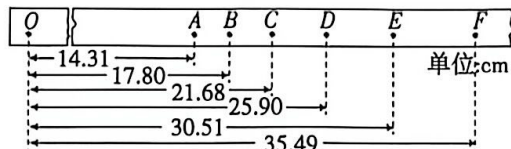


图 2

(1) 下列说法正确的是_____。

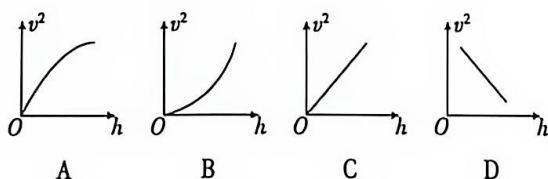
- A. 必须将打点计时器接到电源的“交流输出”上
- B. 必须用天平测量重锤的质量
- C. 必须用秒表测量重锤下落的时间
- D. 必须测量纸带上某些点间的距离

(2) 他进行正确操作后挑选出一条点迹清晰的纸带进行测量分析, 如图 2 所示。其中 O 点为起始点, A、B、C、D、E、F 为六个连续的点迹。设 B 点速度为 v , OB 对应的高度为 h , 根据图 2 中所示的数据, 计算出

$$\frac{1}{2}v^2 = \text{_____} \text{ m}^2/\text{s}^2, gh = \text{_____} \text{ m}^2/\text{s}^2, \text{ 如果在误}$$

差范围内存在关系式为 $\frac{1}{2}v^2 = gh$, 即可验证机械能守恒定律。(取 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, 结果均保留 3 位有效数字)

(3) 根据纸带算出各点的速度 v , 测量打各点迹时重锤下落距离 h , 并以 v^2 为纵轴、以 h 为横轴画出图像, 应是图中的_____。



5. (2025 西城校级月考) 验证机械能守恒定律也可以有其他多种的实验设计。

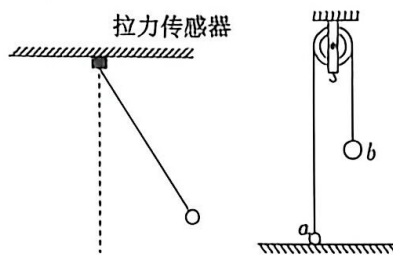


图 1

图 2

方案一: 小怀同学用如图 1 所示的装置验证机械能守恒定律, 细线的一端拴一个金属小球, 另一端连接固定在天花板上的拉力传感器, 传感器可记录小球在摆动过程中细线拉力的大小。将小球拉至图示位置, 由静止释放小球, 发现细线拉力在小球摆动的过程中做周期性变化, 已知当地的重力加速度为 g 。

(1) 若细线的长度远大于小球的直径, 为了验证机械能守恒定律, 该小组不需要测量的物理量是_____;
(选填选项前的序号)

- A. 释放小球时细线与竖直方向的夹角 α
- B. 细线的长度 l
- C. 小球的质量 m
- D. 细线拉力的最大值 F

(2) 小球从静止释放到最低点过程中, 满足机械能守恒的关系式为_____ (用上述测量的物理量的符号表示)。

方案二: 小朋同学想用图 2 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。

(3) 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。

