

1. (2025 西城校级月考)“比冲”是航天器发射系统的常用物理量,用于表达动力系统的效率,其可以描述为单位质量推进剂产生的冲量。据此分析,“比冲”的单位可以是 ()

- A. $\text{N} \cdot \text{s}$ B. N C. m/s D. m/s^2

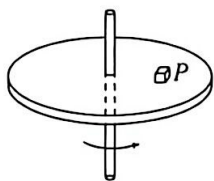
2. (2021 北京,10,3 分)如图所示,圆盘在水平面内以角速度 ω 绕中心轴匀速转动,圆盘上距轴 r 处的 P 点有一质量为 m 的小物体随圆盘一起转动。某时刻圆盘突然停止转动,小物体由 P 点滑至圆盘上的某点停止。下列说法正确的是 ()

A. 圆盘停止转动前,小物体所受摩擦力的方向沿运动轨迹切线方向

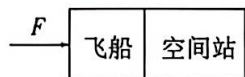
B. 圆盘停止转动前,小物体运动一圈所受摩擦力的冲量大小为 $2m\omega r$

C. 圆盘停止转动后,小物体沿圆盘半径方向运动

D. 圆盘停止转动后,小物体整个滑动过程所受摩擦力的冲量大小为 $m\omega r$



3. (2024 西城一模)如图是采用动力学方法测量空间站质量的原理图。已知飞船的质量为 m ,其推进器工作时飞船受到的平均推力为 F 。飞船与空间站对接后,推进器工作时间为 Δt ,测出飞船和空间站的速度变化为 Δv 。下列说法正确的是 ()



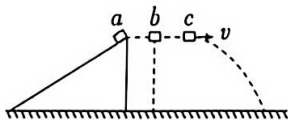
A. 空间站的质量为 $\frac{F\Delta t}{\Delta v}$

B. 空间站的质量为 $\frac{F\Delta t}{\Delta v} - m$

C. 飞船对空间站的作用力大小为 F

D. 飞船对空间站的作用力大小一定为 $m \frac{\Delta v}{\Delta t}$

4. (2025 西城期末)如图所示,质量相同的三个小物块 a 、 b 、 c 处在同一高度,光滑斜面固定在水平地面上。将 a 和 b 由静止释放,同时将 c 沿水平方向抛出。不计空气阻力,下列说法正确的是 ()



A. 三个物块同时落地

B. 三个物块动能的变化量相同

C. 三个物块落地前瞬间的动能相同

D. 重力对三个物块的冲量相同

5. 用豆粒模拟气体分子,可以模拟气体压强产生的原理。如图所示,从距秤盘 80 cm 高度把 1 000 粒豆粒连续均匀地倒在秤盘上,持续作用时间为 1 s,豆粒弹起时竖直方向的速度大小变为碰前的一半。若每个豆粒只与秤盘碰撞一次,且碰撞时间极短(在豆粒与秤盘碰撞极短时间内,碰撞力远大于豆粒受到的重力),已知 1 000 粒豆粒的总质量为 100 g。不计空气阻力,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,则在碰撞过程中秤盘受到的压力大小约为 ()



- A. 0.2 N B. 0.6 N C. 1.0 N D. 1.6 N

6. (2022 北京,12,3 分)“雪如意”是我国首座国际标准跳台滑雪场地。跳台滑雪运动中,裁判员主要根据运动员在空中的飞行距离和动作姿态评分。运动员在进行跳台滑雪时大致经过四个阶段:①助滑阶段,运动员两腿尽量深蹲,顺着助滑道的倾斜面下滑;②起跳阶段,当进入起跳区时,运动员两腿猛蹬滑道快速伸直,同时上体向前伸展;③飞行阶段,在空中运动员保持身体与雪板基本平行、两臂伸直贴放于身体两侧的姿态;④着陆阶段,运动员落地时两腿屈膝,两臂左右平伸。下列说法正确的是 ()



A. 助滑阶段,运动员深蹲是为了减小与滑道之间的摩擦力

B. 起跳阶段,运动员猛蹬滑道主要是为了增加向上的速度

C. 飞行阶段,运动员所采取的姿态是为了增加水平方向速度

D. 着陆阶段,运动员两腿屈膝是为了减少与地面的作用时间



7. (2023 海淀二模) 关于做自由落体运动的物体, 下列说法正确的是 ()

- A. 动能 E_k 随时间 t 变化的快慢 $\frac{\Delta E_k}{\Delta t}$ 随时间均匀增大
- B. 动量 p 随时间 t 变化的快慢 $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ 随时间均匀增大
- C. 重力势能 E_p 随位移 x 变化的快慢 $\frac{\Delta E_p}{\Delta x}$ 随时间均匀减小
- D. 机械能 E 随位移 x 变化的快慢 $\frac{\Delta E}{\Delta x}$ 随时间均匀减小

8. (2024 东城一模) 一个质量为 m 的网球从距地面高 H_1 处自由下落, 反弹的最大高度为 H_2 。不考虑所受的空气阻力, 重力加速度用 g 表示, 对网球与地面接触的运动过程, 下列判断正确的是 ()

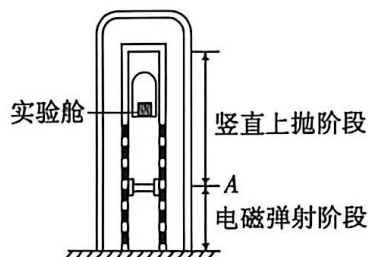
- A. 网球的加速度方向先向上后向下
- B. 网球速度为 0 时受地面的弹力最大
- C. 地面对网球所做的功等于 $mg(H_1 - H_2)$
- D. 网球受地面的平均冲击力大小为 $\frac{m(\sqrt{2gH_1} + \sqrt{2gH_2})}{\sqrt{\frac{2H_1}{g}} + \sqrt{\frac{2H_2}{g}}}$

9. (2024 海淀二模) 如图所示, 一个沙漏沿水平方向以速度 v 做匀速直线运动, 沿途连续漏出沙子, 单位时间内漏出的沙子质量恒定为 Q , 出沙口距水平地面的高度为 H 。忽略沙子漏出瞬间相对沙漏的初速度, 沙子落到地面后立即停止, 不计空气阻力, 已知重力加速度为 g 。在已有沙子落地后的任意时刻, 下列说法正确的是 ()

- A. 沙子在空中形成的几何图形是一条抛物线
- B. 在空中飞行的沙子的总质量为 $Q\sqrt{\frac{2H}{g}}$
- C. 沙子落到地面时对地面的作用力大小为 Qv
- D. 沙子落到地面时与沙漏的水平距离为 $v\sqrt{\frac{2H}{g}}$

10. (2024 西城一模) 2023 年 7 月, 由中国科学院研制的电磁弹射实验装置启动试运行, 该装置在地面构建微重力实验环境, 把“太空”搬到地面。实验装置像一个“大电梯”, 原理如图所示, 在电磁弹射阶段, 电磁弹射系统推动实验舱竖直向上加速运动至 A 位置, 撤除电磁作用。此后, 实验舱做竖直上抛运

动, 到达最高点后返回 A 位置, 再经历一段减速运动后静止。某同学查阅资料了解到: 在上述过程中的某个阶段, 忽略阻力, 实验舱处于完全失重状态, 这一阶段持续的时间为 4 s, 实验舱的质量为 500 kg。根据上述信息, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 作出以下判断, 其中正确的是 ()



- A. 实验舱向上运动的过程始终处于超重状态
- B. 实验舱运动过程中的最大速度为 40 m/s
- C. 向上弹射阶段, 电磁弹射系统对实验舱做的功大于 $1 \times 10^5 \text{ J}$
- D. 向上弹射阶段, 电磁弹射系统对实验舱的冲量等于 $1 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{s}$

11. (2023 东城二模) 一个质量为 m 的物体, 在光滑水平面上向左做匀加速直线运动。某时刻物体的速度为 v_1 , 经过一段时间 Δt , 速度变为 v_2 。

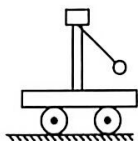
- (1) 求物体的加速度大小 a ;
- (2) 若物体所受合力为 F , 在 Δt 时间内动量的变化量为 Δp , 根据牛顿第二定律推导 Δp 与 F 的关系;
- (3) 若物体继续向左运动与竖直墙壁发生碰撞。碰前瞬间物体的速度大小为 7 m/s, 碰后物体以 6 m/s 的速度反向运动。碰撞时间为 0.05 s, 已知 $m = 0.5 \text{ kg}$, 求碰撞过程中墙壁对物体的平均作用力。



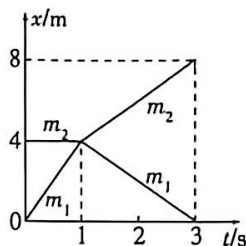
1. (2024 西城校级月考) 短道速滑接力赛上, “接棒”的运动员甲提前站在“交棒”的运动员乙前面, 并且开始向前滑行, 待乙追上甲时, 乙猛推甲一把, 使甲获得更大的速度向前冲出, 如图所示。在乙推甲的过程中, 忽略运动员与冰面在水平方向上的相互作用, 则甲、乙组成的系统 ()



- A. 动量不守恒, 机械能守恒
B. 动量不守恒, 机械能不守恒
C. 动量守恒, 机械能守恒
D. 动量守恒, 机械能不守恒
2. (2025 东城校级月考) 如图所示, 小车放在光滑的水平面上, 将系绳小球拉开到一定角度, 然后同时放开小球和小车, 那么在以后的过程中 ()



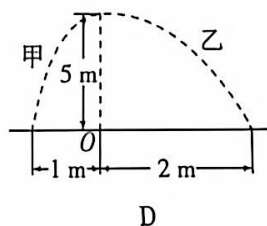
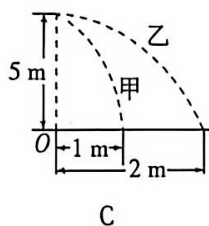
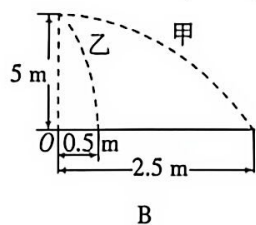
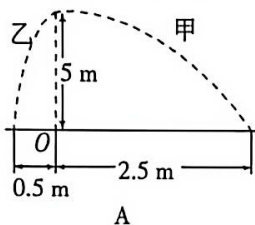
- A. 小球向左摆动时, 小车也向左运动, 且系统动量守恒
B. 小球向左摆动时, 小车向右运动, 且系统动量守恒
C. 小球向左摆到最高点, 小球的速度为零而小车的速度不为零
D. 在任意时刻, 小球和小车在水平方向的动量一定大小相等、方向相反
3. (2023 朝阳一模) 一个原来静止的原子核发生衰变时, 放出一个动量大小为 p_1 的电子, 同时在垂直于电子运动方向上放出动量大小为 p_2 的某种粒子, 则衰变后新原子核的动量 ()
- A. 大小为 $p_1 + p_2$
B. 大小为 $\sqrt{p_1^2 + p_2^2}$
C. 方向与 p_1 方向相反
D. 方向与 p_2 方向相反
4. (2022 北京, 10, 3 分) 质量为 m_1 和 m_2 的两个物体在光滑水平面上正碰, 其位置坐标 x 随时间 t 变化的图像如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 碰撞前 m_2 的速率大于 m_1 的速率
B. 碰撞后 m_2 的速率大于 m_1 的速率
C. 碰撞后 m_2 的动量大于 m_1 的动量
D. 碰撞后 m_2 的动能小于 m_1 的动能
5. (2023 丰台二模) 如图所示, 甲、乙两人静止在水平冰面上, 甲推乙后, 两人同时向相反方向沿直线做减速运动。已知甲的质量小于乙的质量, 两人与冰面间的动摩擦因数相同, 两人之间的相互作用力远大于地面的摩擦力。下列说法正确的是 ()



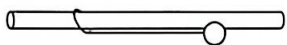
- A. 甲推乙的过程中, 甲和乙的机械能守恒
B. 乙停止运动前任意时刻, 甲的速度总是大于乙的速度
C. 减速过程中, 地面摩擦力对甲做的功等于对乙做的功
D. 减速过程中, 地面摩擦力对甲的冲量大于对乙的冲量
6. (2024 西城校级期中) 一弹丸在飞行到距离地面 5 m 高时仅有水平速度 $v = 2 \text{ m/s}$, 爆炸成为甲、乙两块水平飞出, 甲、乙的质量比为 3 : 1。不计质量损失, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 则下列图中两块弹片飞行的轨迹可能正确的是 ()



7. (2025 海淀校级月考) 一名连同装备总质量为 M 的航天员, 脱离宇宙飞船后, 在离飞船 x 处与飞船处于相对静止状态。装备中有一个高压气源能以速度 v (以飞船为参考系) 喷出气体从而使航天员相对于飞船运动。如果航天员一次性向远离飞船方向喷出质量为 Δm 的气体, 使航天员在时间 t 内匀速返回飞船。下列说法正确的是 ()

- A. 喷出气体的质量 Δm 等于 $\frac{Mx}{vt}$
- B. 若高压气源喷出气体的质量不变但速度变大, 则返回时间大于 t
- C. 若高压气源喷出气体的速度变大但动量不变, 则返回时间大于 t
- D. 在喷气过程中, 航天员、装备及气体所构成的系统动量和机械能均守恒

8. (2024 东城期末) 某固定的光滑水平金属杆上套有一个质量为 m 的圆环, 圆环用一根长为 L 、不可伸长的轻绳系着, 绳子的另一端系一质量为 M 的小钢球。现将小钢球拉至水平位置由静止释放, 圆环在轻绳拉力作用下也会由静止开始运动, 不计空气阻力与一切摩擦, 圆环与钢球均视为质点, 重力加速度为 g 。下列说法正确的是 ()



- A. 系统动量守恒, 系统机械能也守恒
- B. 小钢球到达最低点时的速度大小为 $\sqrt{2gL}$
- C. 小钢球到达左侧最高点时速度不为零
- D. 小钢球从释放到第一次到达最低点, 在水平方向上向左运动了 $\frac{m}{M+m}L$

9. (2024 东城一模) 如图所示, 质量为 M 、倾角为 θ 的光滑斜劈置于光滑水平地面上, 质量为 m 的小球第①次和第②次分别以方向水平向右和水平向左、大小均为 v_0 的初速度与静止的斜劈相碰, 碰撞中无机械能损失。重力加速度用 g 表示, 下列说法正确的是 ()

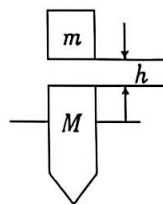


- A. 这两次碰撞过程小球和斜劈组成的系统动量都守恒
- B. 第②次碰撞后斜劈的速度小于 $\frac{2mv_0 \sin^2 \theta}{M}$
- C. 第②次碰撞过程中地面对斜劈的支持力等于 $(M+m)g$
- D. 第①次碰撞前、后小球的速度方向一定在同一直

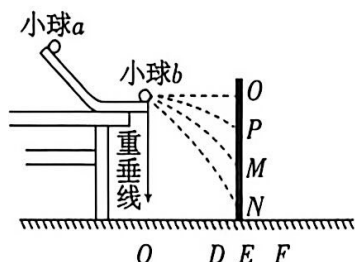
线上; 第②次碰撞前、后小球速度方向与垂直斜面方向的夹角一定相等

10. (2024 通州一模) 重锤打桩机打桩过程可简化为如图所示的模型: 用动力装置将质量为 $m = 1\,000\text{ kg}$ 的重锤提升到高处自由释放, 重锤下落 $h = 0.8\text{ m}$ 后与质量为 $M = 1\,000\text{ kg}$ 的桩发生碰撞, 碰撞时间极短, 碰后二者一起运动。设桩受到泥土的阻力恒为 $f = 30\,000\text{ N}$, 重力加速度取 $g = 10\text{ m/s}^2$, 不计空气阻力。求:

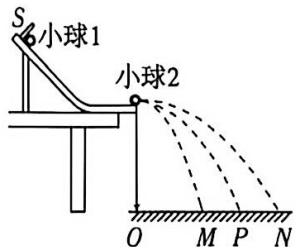
- (1) 重锤与桩碰撞前瞬时速度的大小 v_0 ;
- (2) 重锤与桩碰撞后速度的大小 v ;
- (3) 本次打桩后, 桩下降的距离 d 。



1. 某学习小组用如图所示的装置来验证碰撞中的动量守恒, 实验中先从某一高度处单独释放质量为 m_a 的小球 a , 标记下小球 a 撞击在挡板上的位置 M , 再在水平轨道上放上质量为 m_b 的小球 b , 从同一高度释放小球 a , 标记两球撞击挡板的位置 P 、 N , 关于本实验下列说法正确的是 ()



- A. 为减小实验误差, 两小球的质量需满足 $m_a < m_b$
 B. 位置 N 为小球 b 撞击挡板的位置
 C. 小球离开轨道后下落的竖直距离越大, 则小球离开轨道时的速度越大
 D. 该实验中可用 $\frac{m_a}{\sqrt{OM}}$ 来反映小球 a 的初动量
2. (2023 西城二模) 用如图所示装置做“验证动量守恒定律”实验。实验中使用的小球 1 和 2 质量分别为 m_1 、 m_2 , 直径分别为 d_1 、 d_2 。在木板上铺一张白纸, 白纸上铺放复写纸, 记下重垂线所指的位置 O 。



- (1) 小球 1 和 2 的质量应满足 m_1 _____ m_2 , 直径应满足 d_1 _____ d_2 。(均选填“大于”“小于”或“等于”)
 (2) 实验时, 先不放小球 2, 使小球 1 从斜槽上某一点 S 由静止释放, 找到其平均落地点的位置 P , 测量平抛的水平位移为 OP 。再把小球 2 静置于斜槽轨道末端, 让小球 1 仍从 S 处由静止释放, 与小球 2 碰撞, 并多次重复。该实验需要完成的必要步骤还有 _____。(选填选项前的字母)

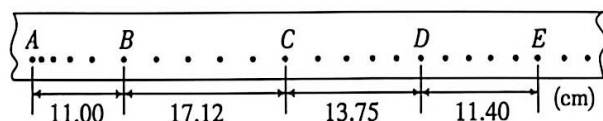
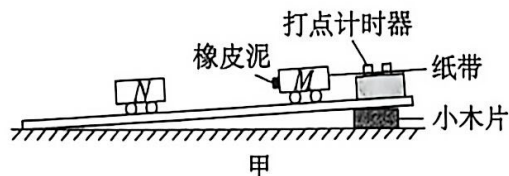
- A. 测量两个小球的质量 m_1 、 m_2
 B. 测量小球 1 的释放点 S 距桌面的高度 h
 C. 测量斜槽轨道末端距地面的高度 H
 D. 分别找到小球 1 与小球 2 相碰后平均落地点的位置 M 、 N

E. 测量平抛的水平位移 OM 、 ON

(3) 要验证两球碰撞前后动量守恒, 仅需验证关系式 _____ 是否成立[用(2)中测量的量表示]。请分析说明可以这样验证的理由 _____。

3. (2024 朝阳一模) 某学习小组采用以下实验方案验证动量守恒定律。

如图甲, 长木板上的小车 M 左端贴有橡皮泥, 右端连一穿过打点计时器的纸带, 小车 N 置于 M 的左侧。打点计时器电源频率为 50 Hz。实验过程如下:



- ① 微调长木板右端的小木片, 使小车能在木板上做匀速直线运动;
 ② 接通打点计时器电源后, 让小车 M 做匀速直线运动, 并与静置于木板上的小车 N 相碰;
 ③ 小车 M 与 N 粘在一起, 继续做匀速直线运动;
 ④ 实验中获得一条纸带如图乙所示, 在图上标记各计数点, 并测量出 AB 、 BC 、 CD 、 DE 四段长度。

- (1) 计算小车 M 碰撞前的速度大小应选 _____ 段 (选填“ AB ”“ BC ”“ CD ”或“ DE ”), 速度大小为 _____ m/s (结果保留三位有效数字)。
 (2) 若小车 M 的质量为 0.4 kg, 小车 N 的质量为 0.2 kg, 根据纸带数据, 碰后两小车的总动量为 _____ kg·m/s (结果保留三位有效数字), 进而可以验证, 在误差范围内两小车碰撞过程中动量 _____ (选填“守恒”“不守恒”)。
 (3) 请你说明步骤①对该实验的作用。

4. (2024 海淀校级三模) 某同学利用气垫导轨上滑块间的碰撞来验证动量守恒定律, 滑块 1 上安装遮光片, 光电计时器可以测出遮光片经过光电门的遮光时间, 滑块质量可以通过天平测出, 实验装置如图 1 所示。





图 1

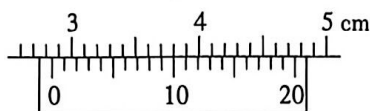


图 2

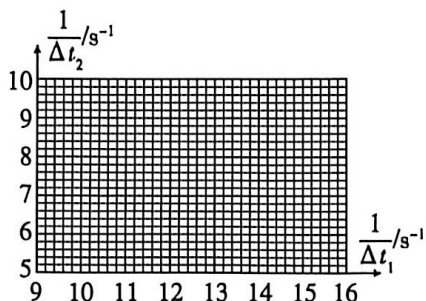


图 3

(1) 游标卡尺测量遮光片宽度如图 2 所示, 其宽度 $d =$ _____ cm。

(2) 打开气泵, 待气流稳定后, 将滑块 1 轻轻从左侧推出, 发现其经过光电门 1 的时间比经过光电门 2 的时间短, 应该调高气垫导轨的 _____ 端 (填“左”或“右”), 直到通过两个光电门的时间相等, 即导轨调节水平。

(3) 在滑块上安装配套的粘扣。滑块 2 (未安装遮光片, $m_2 = 120.3 \text{ g}$) 静止在导轨上, 轻推滑块 1 (安装遮光片, $m_1 = 174.5 \text{ g}$), 使其与滑块 2 碰撞, 记录碰撞前滑块 1 经过光电门 1 的时间 Δt_1 , 以及碰撞后两滑块经过光电门 2 的时间 Δt_2 , 重复上述操作, 多次测量得出多组数据如表:

$\Delta t_1 / \text{ms}$	64.72	69.73	70.69	80.31	104.05
$\frac{1}{\Delta t_1} / \text{s}^{-1}$	15.5	14.3	14.1	12.5	9.6
$\Delta t_2 / \text{ms}$	109.08	121.02	125.02	138.15	185.19
$\frac{1}{\Delta t_2} / \text{s}^{-1}$	9.2	8.3	8.0	7.2	5.4

根据表中数据在方格纸上作出 $\frac{1}{\Delta t_2} - \frac{1}{\Delta t_1}$ 图线 (图 3)。

从图像中可以得到直线的斜率为 k_1 , 而从理论计算可得直线斜率的表达式为 $k_2 =$ _____ (用 m_1, m_2 表示), 若 $k_1 = k_2$, 即可验证动量守恒定律。

(4) 多次试验, 发现 k_1 总大于 k_2 , 产生这一误差的原因可能是 _____。

- A. 滑块 1 的质量测量值偏小
- B. 滑块 1 的质量测量值偏大

C. 滑块 2 的质量测量值偏小

D. 滑块 2 的质量测量值偏大

5. (2024 西城二模) 某同学用如图 1 所示的装置来完成“验证动量守恒定律”实验。用天平测量小球 1 和 2 的质量分别为 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, 记下重垂线所指的位置 O 。先不放球 2, 使球 1 从斜槽上某一点 S 由静止滚下, 多次实验, 找到其落点的平均位置 P 。再把球 2 静置于斜槽轨道末端, 让球 1 仍从 S 处由静止释放, 与球 2 相碰后两球均落在水平木板上, 多次重复该过程, 找到两球落点的平均位置 M 和 N 。

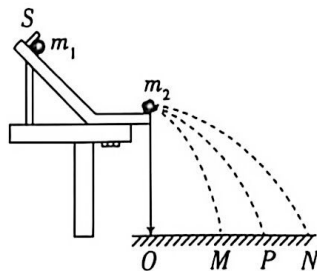


图 1

(1) 本实验应满足的条件是 _____。

- A. 轨道光滑
- B. 调节斜槽末端水平
- C. 小球 1 的半径等于小球 2 的半径
- D. 需要的测量仪器有刻度尺和秒表

(2) 用刻度尺测量出水平距离 OM, OP, ON , 在误差允许的范围内, 若满足 _____ 关系, 可说明两个小球的碰撞过程动量守恒。

(3) 本实验通过测量小球做平抛运动的水平位移来代替小球碰撞前后的速度, 依据是 _____。

(4) 某同学拍摄了台球碰撞的频闪照片如图 2 所示, 在水平桌面上, 台球 1 向右运动, 与静止的台球 2 发生碰撞。已知两个台球的质量相等, 他测量了台球碰撞前后相邻两次闪光时间内台球运动的距离 AB, CD, EF , 其中 EF 与 AB 连线的夹角为 α , CD 与 AB 连线的夹角为 β 。

从理论分析, 若满足 _____ 关系, 则可说明两台球碰撞前、后动量守恒; 再满足 _____ 关系, 则可说明是弹性碰撞。

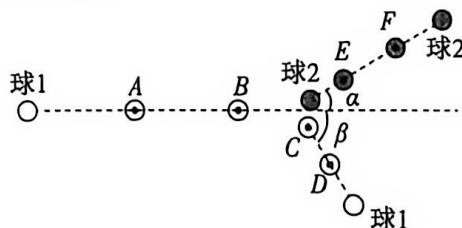
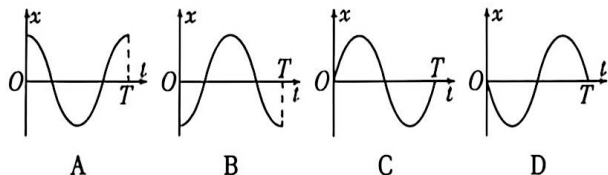


图 2

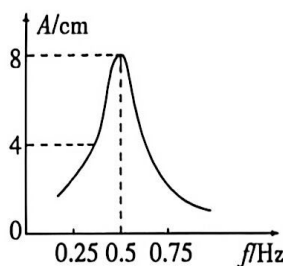


1. (2024 西城校级期中) 如图所示, 长为 l 的细绳下方悬挂一小球 a , 绳的另一端固定在天花板上 O' 点处。将小球向右拉开, 使细绳与竖直方向成一小角度 (小于 5°) 后由静止释放, 并从释放时开始计时。小球相对于平衡位置 O 的水平位移为 x , 向右为正, 则小球在一个周期内的振动图像为 ()

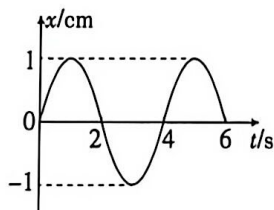


2. 一个单摆在地面上做受迫振动, 其共振曲线 (振幅 A 与驱动力频率 f 的关系) 如图所示, 则 ()

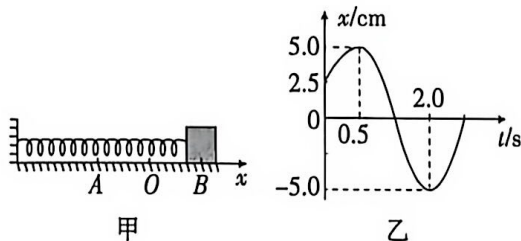
- A. 此单摆的固有周期约为 0.5 s
B. 此单摆的摆长约为 1 m
C. 若摆长增大, 单摆的固有频率增大
D. 若摆长增大, 共振曲线的峰将向右移动



3. (2025 西城期末) 弹簧振子沿水平方向运动, 其振动图像如图所示。下列说法正确的是 ()

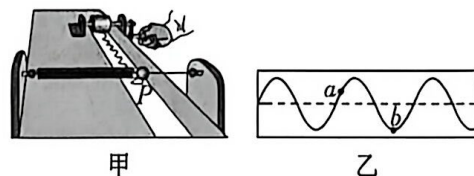


- A. 振子的周期为 6 s
B. 振子的振幅为 2 cm
C. $t=1$ s 时, 振子的加速度最大
D. $t=2$ s 时, 振子的速度为 0
4. (2024 东城期末) 如图甲所示为光滑水平面上的弹簧振子, 以平衡位置 O 为原点, 在 A 、 B 之间做简谐运动, 某时刻开始计时, 其偏离平衡位置的位移 x 随时间 t 变化的图像如图乙所示。下列说法正确的是 ()



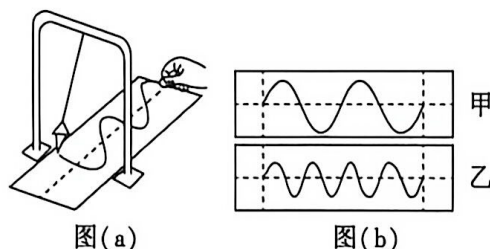
- A. 该弹簧振子的振幅为 10 cm
B. 该振动系统的振动周期为 3 s
C. $t=0$ 时, 振子从 O 向 A 运动
D. $t=1.5$ s 时, 振子第一次经过 O 点

5. (2023 东城二模) 如图甲所示, 轻弹簧的一端固定, 另一端连接一个有孔的小球 (球下固定有笔头), 小球套在光滑的杆上, 沿水平方向做简谐运动。在小球运动时, 沿垂直于小球振动方向, 以速度 v 匀速拉动纸带, 笔头在纸带上留下痕迹, a 、 b 是痕迹上的两点, 如图乙所示。不计一切阻力。下列说法正确的是 ()



- A. 图乙中曲线记录了小球的运动轨迹
B. t 时间内小球的运动路程可能为 vt
C. a 点处小球的速度小于 b 点处小球的速度
D. 如果仅减小纸带移动速度, 小球运动的周期变大

6. (2025 朝阳校级期中) 甲、乙两位同学分别使用图 (a) 所示的同一套装置观察单摆做简谐运动时的振动图像, 已知二人实验时所用的单摆的摆长相同, 落在木板上的细沙分别形成的曲线如图 (b) 所示, 下列关于两图线的说法中正确的是 ()

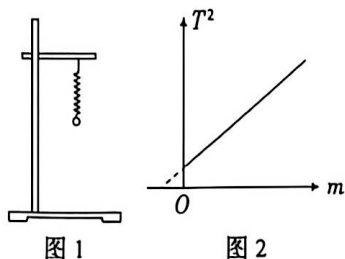


- ① 甲的沙摆摆动的幅度较大, 乙的沙摆摆动的幅度较小
② 甲的沙摆摆动的周期较大, 乙的沙摆摆动的周期较小
③ 二人拉木板的速度不同, 木板的速度关系为 $v_{\text{甲}} = 2v_{\text{乙}}$
④ 二人拉木板的速度不同, 木板的速度关系为 $v_{\text{乙}} = 2v_{\text{甲}}$
- A. ①③ B. ①④ C. ②③ D. ②④

7. (2025 朝阳期中) 不计质量的弹簧一端连接一个可看作质点的小球构成弹簧振子, 若小球质量为 m , 弹簧的劲度系数为 k , 则系统做简谐运动的固有周期为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 。实验小组把未连接小球的弹簧竖直悬挂

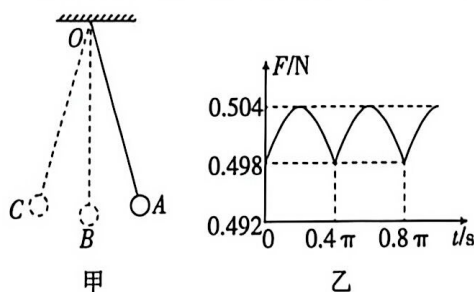


在铁架台的横杆上,拉伸弹簧并释放后,发现弹簧不悬挂重物时也存在振动周期。为探究这一问题,小组同学首先测量了弹簧自身的质量 m_0 ,然后按照图 1 把不同质量的小球悬挂在这根弹簧的下端,测量并记录系统振动周期 T 与对应的小球质量 m ,作出 T^2-m 的图像如图 2 所示,发现该图像为一条不过原点的直线。对这一探究过程,以下推理正确的是 ()



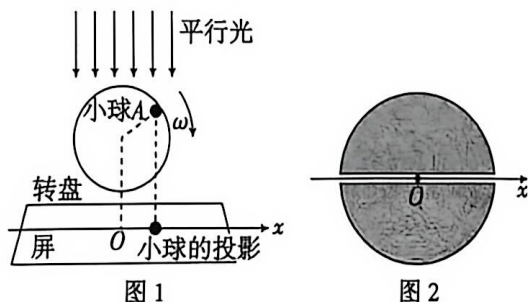
- A. 小球质量不同,造成弹簧的劲度系数发生了变化
B. 图像不过原点是周期的测量值存在误差造成的
C. 图 2 中图线延长线与横轴交点的绝对值不等于 m_0
D. 使系统在水平方向做简谐运动, T^2-m 图像将通过原点

8. 多选 (2024 海淀校级月考) 如图甲, O 点为单摆的固定悬点, 将力传感器接在摆球与 O 点之间。现将摆球拉到 A 点, 释放摆球, 摆球将在竖直面内的 A 、 C 之间做简谐运动, 其中 B 点为运动中的最低位置。图乙表示细线对摆球的拉力大小 F 随时间 t 变化的曲线, 图中 $t=0$ 为摆球从 A 点开始运动的时刻, g 取 10 m/s^2 。则据此可以计算出的物理量有 ()



- A. 单摆的周期为 $0.4\pi \text{ s}$
B. 单摆的摆长为 0.8 m
C. 摆球的质量为 0.05 kg
D. 摆球运动过程中的最大速度为 0.36 m/s

9. (2024 朝阳期末) 简谐运动是最简单、最基本的振动, 复杂的振动往往可以看作多个简谐运动的叠加。



(1) 如图 1 所示, 固定在竖直圆盘上的小球 A 随着圆盘以角速度 ω 沿顺时针方向做半径为 R 的匀速圆周运动。用竖直向下的平行光照射小球 A , 在圆盘下方的屏上可以观察到小球 A 在 x 方向上的“影子”的运动, 开始计时时小球 A 在圆盘最上端。请根据简谐运动的运动学特征 (即做简谐运动的物体的位移 x 与运动时间 t 满足正弦函数规律) 证明: 小球 A 的“影子”以圆盘圆心在屏上的投影点 O 为平衡位置做简谐运动。

(2) 假想凿通一条贯穿地心的极窄且光滑的隧道, 人可以通过该隧道直通地球彼岸。为简化研究, 质量为 M 、半径为 R 的地球视为质量分布均匀的球体, 已知质量均匀分布的球壳内的质点所受万有引力的合力为零, 引力常量为 G 。不计空气阻力。

a. 如图 2 所示, 以地心 O 为原点, 沿隧道方向建立 x 轴, 请根据简谐运动的动力学特征 (即做简谐运动的物体所受的力与它偏离平衡位置的位移的大小成正比, 并总是指向平衡位置) 证明: 质量为 m 的质点从静止开始落入隧道后在隧道内做简谐运动;

b. 根据 (1) 中关于匀速圆周运动与简谐运动的关系, 计算 a 问中质点通过隧道所用的时间 t_0 。(简谐运动的周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, 其中 k 为振动系数)

的周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, 其中 k 为振动系数)



1. 多选 关于点电荷、元电荷、检验电荷, 下列说法正确的是 ()

- A. 点电荷是一种理想化的模型
- B. 点电荷所带电荷量一定是元电荷电荷量的整数倍
- C. 点电荷所带电荷量一定最小
- D. 点电荷、元电荷、检验电荷是同一种物理模型

2. 下列说法不正确的是 ()

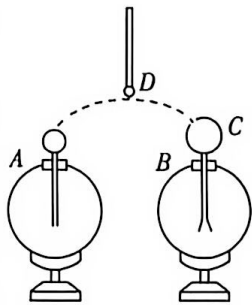
- A. 摩擦起电和感应起电都是使物体的电荷发生转移, 而电荷总量并未变化
- B. 用毛皮摩擦过的橡胶棒带负电, 是摩擦过程中毛皮上的负电荷转移到了橡胶棒上
- C. 物体不带电, 表明物体中没有电荷
- D. 两个原来不带电的物体通过摩擦起电后, 一定带有等量异种电荷

3. 多选 如图所示, A 、 B 为相互接触的、用绝缘支柱支持的金属导体, 起初它们不带电, 在它们下部贴有金属箔片, C 是带正电的小球, 下列说法正确的是 ()

- A. 把 C 靠近导体 A 时, A 上的金属箔片张开, B 上的金属箔片是闭合的
- B. 先把 C 移走, 再把 A 、 B 分开, A 、 B 上的金属箔片均张开
- C. 先把 A 、 B 分开, 然后移去 C , A 、 B 上的金属箔片均张开
- D. 先把 A 、 B 分开, 再把 C 移走, 然后重新让 A 、 B 接触, A 、 B 上的金属箔片将重新闭合

4. 为了研究空腔导体内外表面的电荷分布情况, 取两个验电器 A 和 B , 在 B 上装一个几乎封闭的空心金属球 C (仅在上端开有小孔), D 是带有绝缘柄的金属小球, 如图所示。实验前它们都不带电, 实验时首先将带正电的玻璃棒 (图中未画出) 与 C 接触使 C 带电。以下说法正确的是 ()

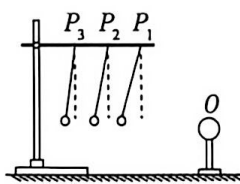
- A. 若将带正电的玻璃棒接触 C 外表面, 则 B 的箔片带负电
- B. 若将带正电的玻璃棒接触 C 内表面, 则 B 的箔片不会带电
- C. 使 D 接触 C 的内表面, 然后接触 A 的金属球, 操作若干次, 观察到 A 的箔片张角变大



D. 使 D 接触 C 的外表面, 然后接触 A 的金属球, 操作若干次, 观察到 A 的箔片张角变大

5. 用控制变量法可以研究影响电荷间相互作用力的因素。如图所示, O 是一个带电的物体, 若把系在丝线上的带电小球先后挂在横杆上的 P_1 、 P_2 、 P_3 等位置, 可以比较小球在不同位置所受带电物体的作用力的大小, 这个力的大小可以通过丝线偏离竖直方向的角度 θ 显示出来。若物体 O 的电荷量用 Q 表示, 小球的电荷量用 q 表示, 物体与小球间距离用 d 表示, 物体和小球之间的作用力大小用 F 表示, 则以下对该实验现象的判断正确的是 ()

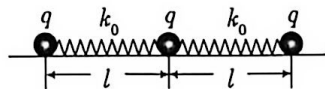
- A. 保持 Q 、 q 不变, 增大 d , 则 θ 变大, 说明 F 与 d 有关
- B. 保持 Q 、 q 不变, 减小 d , 则 θ 变大, 说明 F 与 d 成反比
- C. 保持 Q 、 d 不变, 减小 q , 则 θ 变小, 说明 F 与 q 有关
- D. 保持 q 、 d 不变, 减小 Q , 则 θ 变小, 说明 F 与 Q 成正比



6. 放在绝缘支架上的两个相同金属球相距为 d , 球的半径比 d 小得多, 所带电荷量分别为 q 和 $-3q$, 相互作用力为 F 。现将这两个金属球接触, 然后分开, 仍放回原处, 则它们的相互作用力将变为 ()

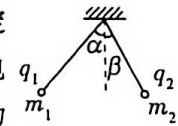
- A. 引力且大小为 $3F$
- B. 斥力且大小为 $\frac{F}{3}$
- C. 斥力且大小为 $2F$
- D. 斥力且大小为 $3F$

7. 如图所示, 在光滑绝缘水平面上放置三个电荷量均为 q ($q > 0$) 的相同小球, 小球之间用劲度系数均为 k_0 的轻质弹簧绝缘连接。当三个小球处在静止状态时, 每根弹簧长度为 l , 已知静电力常量为 k , 若不考虑弹簧的静电感应, 则每根弹簧的原长为 ()



- A. $l + \frac{5kq^2}{2k_0l^2}$
- B. $l - \frac{kq^2}{k_0l^2}$
- C. $l - \frac{5kq^2}{4k_0l^2}$
- D. $l - \frac{5kq^2}{2k_0l^2}$

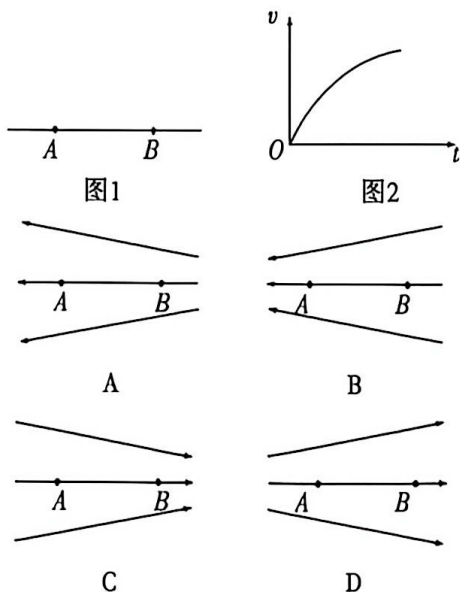
8. 如图所示, 两条不等长的细线一端固定在同一点, 另一端分别拴两个带同种电荷的小球, 两小球所带的电荷量分别为 q_1 、 q_2 , 质量分别为 m_1 、 m_2 , 当两小球静止时恰好处于同一水平线上, 且 $\alpha > \beta$, 则造成 $\alpha > \beta$ 的原因是 ()



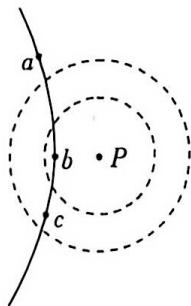
- A. $m_1 < m_2$
- B. $m_1 > m_2$
- C. $q_1 < q_2$
- D. $q_1 > q_2$



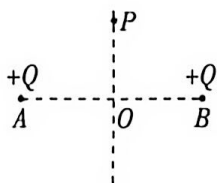
1. 如图 1, A 、 B 是某电场中一条电场线上的两点, 一个负电荷从 A 点由静止释放, 仅在静电力的作用下从 A 点运动到 B 点, 其运动的 $v-t$ 图像如图 2 所示。则 A 、 B 点附近的电场线分布情况可能是 ()



2. 如图, P 是固定的点电荷, 虚线是以 P 为圆心的两个圆。带电粒子 Q 在 P 的电场中运动, 运动轨迹与两圆在同一平面内, a 、 b 、 c 为轨迹上的三个点。若 Q 仅受 P 的静电力作用, 其在 a 、 b 、 c 点的加速度大小分别为 a_a 、 a_b 、 a_c , 速度大小分别为 v_a 、 v_b 、 v_c 。则 ()



- A. $a_a > a_b > a_c$, $v_a > v_b > v_c$
 B. $a_a > a_b > a_c$, $v_b > v_c > v_a$
 C. $a_b > a_c > a_a$, $v_b > v_c > v_a$
 D. $a_b > a_c > a_a$, $v_a > v_c > v_b$
3. (2025 西城校级开学考) 如图所示, A 、 B 两点固定两个等量的正点电荷, 现在其连线中垂线上的 P 点放一个负点电荷 q (不计重力), 并由静止释放后, 下列说法中正确的是 ()



- A. 负点电荷在从 P 点到 O 点运动的过程中, 加速度

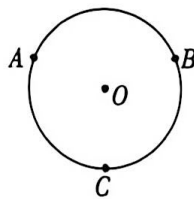
越来越大, 速度越来越大

- B. 负点电荷在从 P 点到 O 点运动的过程中, 加速度越来越小, 速度越来越大
 C. 负点电荷运动到 O 点时加速度为零, 速度达最大值
 D. 负点电荷越过 O 点后, 速度越来越小, 加速度越来越大, 直到速度为零

4. 真空中固定有两个点电荷, 负电荷 Q_1 位于坐标原点处, 正电荷 Q_2 位于 x 轴上, Q_2 的电荷量大小为 Q_1 的 8 倍。若这两点电荷在 x 轴正半轴的 $x = x_0$ 处产生的合电场强度为 0, 则 Q_1 和 Q_2 相距 ()

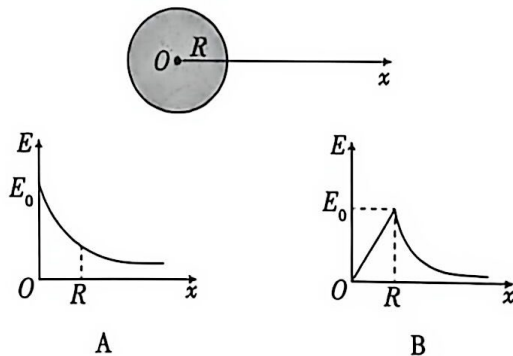
- A. $\sqrt{2}x_0$ B. $(2\sqrt{2}-1)x_0$
 C. $2\sqrt{2}x_0$ D. $(2\sqrt{2}+1)x_0$

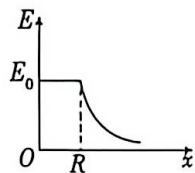
5. 如图所示, 以 O 点为圆心的圆上有 A 、 B 、 C 三点。 A 、 B 、 C 三点将圆三等分, 其中 A 、 B 的连线水平。在 A 、 B 两点各固定一个电荷量为 $+Q$ 的点电荷, 在 C 点固定一个电荷量为 $-Q$ 的点电荷。圆的半径为 R , 静电力常量为 k , 则 O 点的电场强度为 ()



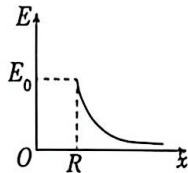
- A. 零
 B. 大小为 $\frac{kQ}{R^2}$, 方向竖直向上
 C. 大小为 $\frac{2kQ}{R^2}$, 方向竖直向下
 D. 大小为 $\frac{3kQ}{R^2}$, 方向竖直向下

6. 理论上已经证明: 电荷均匀分布的球壳在壳内产生的电场强度为零。现有一半径为 R 、电荷均匀分布的实心球体, O 为球心, 以 O 为原点建立坐标轴 Ox , 如图所示。关于该带电球体产生的电场强度 E 随 x 的变化关系, 下列选项中正确的是 ()



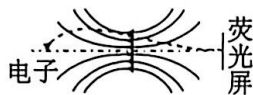


C

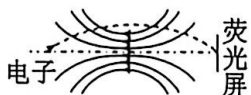


D

7. (2024 海淀校级二模) 在一些电子显示设备中, 让阴极发射的电子束通过适当的非匀强电场, 可以使发散的电子束聚集。下列 4 幅图中带箭头的实线表示电场线, 如果用虚线表示电子可能的运动轨迹, 其中正确的是 ()



A



B



C



D

8. (1) 一个带电金属球达到静电平衡时, 球内部没有净剩电荷, 电荷均匀分布在外表面, 球内部场强处处为 0, 其在球的外部产生的电场, 与一个位于球心、电荷量相等的点电荷在同一点产生的电场相同。已知静电力常量为 k 。

a. 根据电场强度的定义式和库仑定律, 推导一个电荷量为 Q 的点电荷, 在与之相距 r 处的电场强度的表达式。

b. 若将金属球内部挖空, 使其成为一个均匀球壳, 如图 1 所示。金属球壳的电荷量为 Q , A 、 B 是到球心的距离分别为 r_1 和 r_2 的两点, 则 A 点的场强 $E_1 =$ _____, B 点的场强 $E_2 =$ _____。

(2) 万有引力定律与库仑定律有相似的形式, 因此质点的引力场与点电荷的电场也有很多相似的规律。已知引力常量为 G 。

a. 类比点电荷电场强度的表达式, 写出一个质量为 m 的质点在与之相距 r 处的引力场强度 E_g 的表达式。

b. 假设沿地轴的方向凿通一条贯穿地球两极的隧道, 隧道极窄, 地球仍可看作一个半径为 R 、质量分布均匀的球体。如图 2 所示, 以地心为原点, 向北为正方向建立 x 轴, 请在图 3 中作图描述隧道中地球引力场强度随 x 变化的规律, 并说明作图依据。

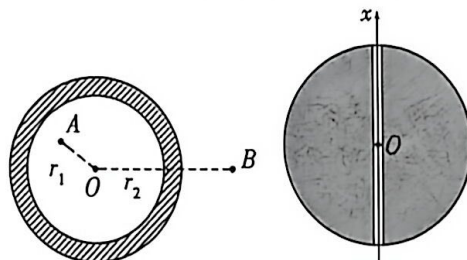


图 1

图 2

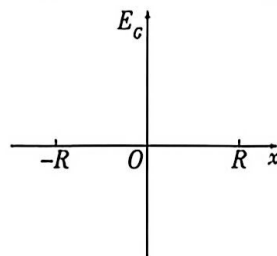
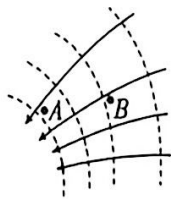


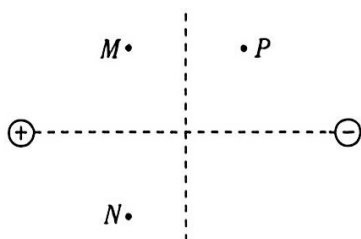
图 3



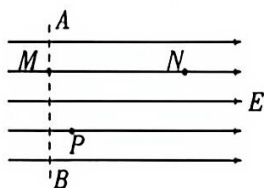
1. 多选 (2024 海淀期末) 图中实线表示某静电场的电场线, 虚线表示该电场的等势面。A、B 两点的电场强度大小分别为 E_A 、 E_B , 电势分别为 φ_A 、 φ_B 。下列说法正确的是 ()



- A. $E_A < E_B$ B. $E_A > E_B$ C. $\varphi_A < \varphi_B$ D. $\varphi_A > \varphi_B$
2. (2021 北京, 9, 3 分) 如图所示的平面内, 有静止的等量异号点电荷, M、N 两点关于两电荷连线对称, M、P 两点关于两电荷连线的中垂线对称。下列说法正确的是 ()



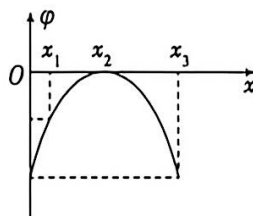
- A. M 点的场强比 P 点的场强大
B. M 点的电势比 N 点的电势高
C. N 点的场强与 P 点的场强相同
D. 电子在 M 点的电势能比在 P 点的电势能大
3. (2024 东城一模) 细胞膜的厚度约等于 8×10^{-9} m, 当细胞膜的内外层之间的电压达到 40 mV 时, 一价钠离子 (Na^+) 可发生渗透通过细胞膜, 若将细胞膜内的电场视为匀强电场, 当钠离子刚好发生渗透时, 下列说法正确的是 ($e = 1.6 \times 10^{-19}$ C) ()
- A. 细胞膜内电场强度的大小为 3.2×10^{-10} V/m
B. 细胞膜内电场强度的大小为 2×10^{-7} V/m
C. 一个钠离子发生渗透时电势能改变 0.04 eV
D. 一个钠离子发生渗透时电势能改变 4.8×10^{-22} J
4. (2024 朝阳一模) 如图所示, P、M、N 是匀强电场中的三个点, 其中 M、N 在同一条电场线上, AB 是过 M 点与电场线垂直的直线。下列说法正确的是 ()



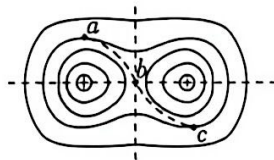
- A. 正电荷在 M 点受到的静电力大于其在 N 点受到的静电力

- B. 将负电荷从 M 点移到 N 点再移到 P 点, 电场力先做正功再做负功
C. M、N 两点电场强度相等, 所以 M 点电势等于 N 点电势
D. M、N 两点间电势差大于 M、P 两点间电势差

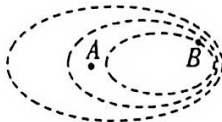
5. (2024 通州一模) 一电子仅在静电力作用下从坐标原点由静止出发沿 x 轴运动, 其所在位置处的电势 φ 随位置 x 变化的图线如图中抛物线所示, 抛物线与 x 轴相切于 x_2 , 下列说法正确的是 ()



- A. x_1 与 x_3 处的电场方向相同
B. 电子在 x_2 处的加速度为零
C. 电子从 x_2 运动到 x_3 , 速度逐渐增大
D. 电子从 x_2 运动到 x_3 , 电场力逐渐减小
6. (2024 朝阳二模) 如图所示, 实线为两个固定的等量正点电荷电场中的等势面, 虚线 abc 为一带电粒子仅在静电力作用下的运动轨迹, 其中 b 点是两点电荷连线的中点。下列说法正确的是 ()



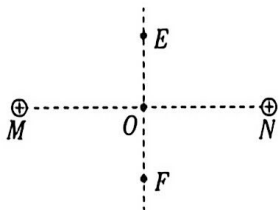
- A. 该粒子可能带正电
B. 该粒子经过 a、c 两点时的速度大小相等
C. a、b、c 三点的电场强度大小 $E_a > E_b > E_c$
D. 该粒子在 b 点的电势能大于在 a 点的电势能
7. (2023 西城二模) 如图所示, 虚线为静电场中的三个等势面, 相邻等势面之间的电势差相等。一个带正电的点电荷 q 在 A 点的电势能小于其在 B 点的电势能, 则下列说法正确的是 ()



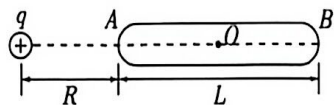
- A. A 点的电势大于 B 点的电势
B. A 点的电场强度大于 B 点的电场强度
C. 将点电荷 q 在 A 点由静止释放, 其所受静电力增大
D. 将点电荷 q 在 A 点由静止释放, 其电势能减小



8. (2025 西城期末) 如图所示, 两个带等量正电的点电荷位于 M 、 N 两点, E 、 F 是 MN 连线中垂线上的两点, O 为 EF 、 MN 的交点。一带负电的试探电荷在 E 点由静止释放后, 仅在静电力作用下, 恰好运动至 F 点。若两个点电荷的电荷量均变为原来的两倍, 则 ()



- A. E 点的电场强度变为原来的 4 倍
 B. E 点和 O 点的电势差变为原来的 $\sqrt{2}$ 倍
 C. 试探电荷运动到 O 点的动能变为原来的 4 倍
 D. 试探电荷运动到 F 点的时间变为原来的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$
9. (2023 延庆一模) 如图所示, 长为 L 的导体棒 AB 原来不带电, 现将一个带正电的点电荷 q 放在导体棒的中心轴线上, 且距离导体棒的 A 端为 R , O 为 AB 的中点, 静电力常量为 k 。当导体棒达到静电平衡后, 下列说法正确的是 ()



- A. 导体棒 A 端带正电, B 端带负电
 B. 导体棒 A 端电势高, B 端电势相低
 C. 感应电荷在 O 点的场强方向向右
 D. 感应电荷在 O 点的场强大小 $E = \frac{4kq}{(L+2R)^2}$
10. (2024 朝阳二模) 如图所示, 水平面上固定一个绝缘支杆, 支杆上固定一带电小球 A , 小球 A 位于光滑小定滑轮 O 的正下方, 绝缘细线绕过定滑轮与带电小球 B 相连, 在拉力 F 的作用下, 小球 B 静止, 此时两球处于同一水平线。假设两球的电荷量均不变, 现缓慢释放细线, 使球 B 移动一小段距离。在此过程中, 下列说法正确的是 ()
- A. 细线中的拉力一直减小
 B. 球 B 受到的库仑力先减小后增大
 C. 球 A 、 B 系统的电势能保持不变
 D. 拉力做负功, 库仑力做正功
11. (2023 丰台一模) 能量守恒定律是普遍、和谐、可靠的自然规律之一。根据能量守恒定律, 发现和解释了很多科学现象。

(1) 经典力学中的势阱是指物体在场中运动, 势能函数曲线在空间某一有限范围内势能最小, 当物体处于势能最小值时, 就好像物体处在井里, 很难跑出来。如图甲所示, 设井深为 H , 若质量为 m 的物体要从井底上升至井口, 已知重力加速度为 g , 求外力做功的最小值 W 。

(2) 金属内部的电子处于比其在外时更低的能级, 电势能变化也存在势阱, 势阱内的电子处于不同能级, 处于最高能级的电子离开金属所需外力做功最小, 该最小值称为金属的逸出功。如图乙所示, 温度相同的 A 、 B 两种不同金属的逸出功存在差异, 处于最高能级的电子电势能不同, A 、 B 金属接触后电子转移, 导致界面处积累正、负电荷, 稳定后形成接触电势差。已知 A 金属的逸出功为 W_A , B 金属的逸出功为 W_B , 且 $W_A < W_B$, 电子电荷量为 $-e$ 。

- a. 请判断界面处 A 、 B 金属电性的正、负;
 b. 求接触电势差 U_{AB} 。

(3) 由于温度差异同种金属两端也会产生电势差, 可认为金属内部电子在高温处动能大, 等效成电子受到非静电力作用向低温处扩散。如图丙所示, 一椭圆形金属, M 端温度为 T_1 , N 端温度为 T_2 ($T_1 > T_2$), 沿虚线方向 N 端到 M 端距离为 L 的金属内部单个电子所受非静电力大小 F 满足: $F = \mu \frac{\Delta T}{\Delta L}$, 非静电力 F 沿虚线方向, 比例系数 μ 为常数, 与垂直于温度变化方向的金属横截面积大小有关, 电子电荷量为 $-e$, 求金属两端的电势差 U_{MN} 。

