

(满分 100 分, 考试时间 75 分钟)

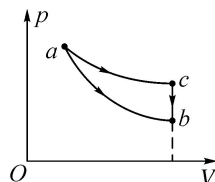
答案见 P1

第 I 卷(选择题, 共 42 分)

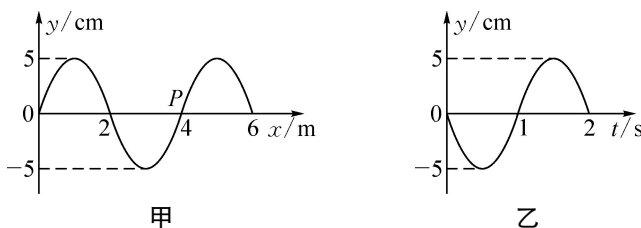
一、单项选择题(本题共 8 小题, 每小题 4 分, 共 32 分. 在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求)

1. 如图所示, 一定质量的理想气体, 从状态 a 分别经历 $a \rightarrow b$ 和 $a \rightarrow c \rightarrow b$ 两个变化过程, 其中 $a \rightarrow b$ 为双曲线, 状态 b 、 c 的体积相同, 则 ()

- A. 状态 a 的内能大于状态 b 的内能
B. 状态 c 的温度低于状态 b 的温度
C. $a \rightarrow b$ 过程中气体对外界做功比 $a \rightarrow c \rightarrow b$ 过程做功少
D. $c \rightarrow b$ 过程中气体吸收热量

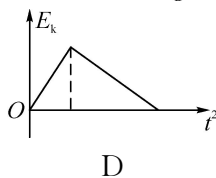
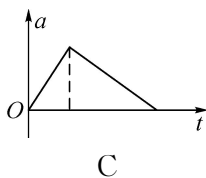
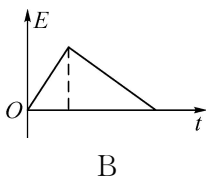
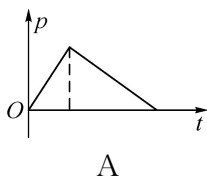


2. 一列简谐横波沿 x 轴传播, 图甲是 $t=1$ s 时的波形图, P 是介质中位于 $x=4$ m 处的质点, 图乙为其振动图像. 下列说法正确的是 ()



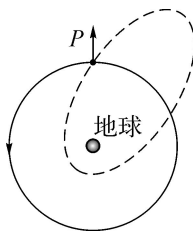
- A. 波速为 1 m/s
B. 波向 x 轴负方向传播
C. $x=1$ m 处的质点在 $t=5$ s 时位于平衡位置
D. 质点 P 在 $0 \sim 6$ s 时间内运动的路程为 12 m

3. 如图所示, 光滑轨道 MO 和 ON 底端对接, 且 $ON=2MO$, M 、 N 两点高度相同. 小球自 M 点由静止开始自由滚下, 忽略小球经过 O 点时的机械能损失, 以 p 、 E 、 a 、 E_k 分别表示小球的动量、机械能、加速度和动能四个物理量的大小. 下列图像中能正确反映小球自 M 点到 N 点运动过程的是 ()

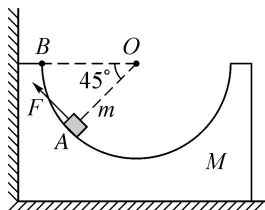


4. 太空碎片会对航天器造成危害. 设空间站在地球附近沿逆时针方向做匀速圆周运动, 如图中实线所示. 为了避开碎片, 空间站在 P 点向图中箭头所指径向方向极短时间内喷射气体(喷出的气体质量忽略不计), 使空间站获得一定的反冲速度, 从而实现变轨, 变轨后的轨道如图中虚线所示, 其半长轴大于原轨道半径. 下列说法错误的是 ()

- A. 空间站在 P 点变轨前、后的加速度相同
B. 空间站变轨后的运动周期比变轨前的大
C. 空间站变轨后在 P 点的速度比变轨前的大
D. 空间站变轨前的速度比变轨后在近地点的大



5. 质量为 M 的凹槽静止在水平地面上,与竖直墙壁接触,内壁为半圆柱面,截面如图所示. 已知 $\angle AOB = 45^\circ$, B 为半圆水平直径的端点,凹槽内有一质量为 m 的小滑块,现用推力 F 推动小滑块由 A 点向 B 点缓慢移动,力 F 的方向始终沿圆弧的切线方向,在此过程中所有摩擦均可忽略,下列说法正确的是 ()



- A. 推力 F 先减小后增大,最大值为 mg
- B. 凹槽对滑块的支持力先增大后减小
- C. 墙壁对凹槽的压力一直减小
- D. 水平地面对凹槽的支持力保持不变

6. 图 1 这 4 条特征谱线是氢原子光谱巴耳末系中的四条可见光, H_δ 是氢原子从能级 6 跃迁到能级 2 产生的, H_α 是氢原子从能级 3 跃迁到能级 2 产生的,用同一双缝干涉装置研究两种光的干涉现象,得到如图 2 和图 3 所示的干涉条纹. 用两种光分别照射如图 4 所示的实验装置,都能产生光电效应. 下列说法正确的是 ()

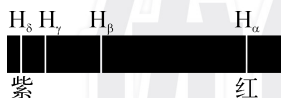


图 1



图 2



图 3

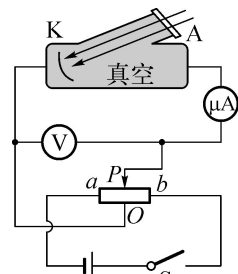
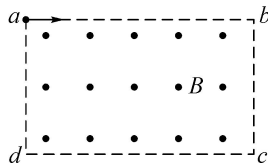
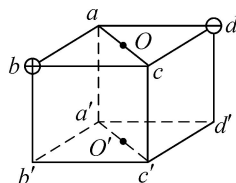


图 4

- A. H_δ 的频率小于 H_α 的频率
 - B. 图 3 中的干涉条纹对应的是 H_δ
 - C. H_δ 的光子动量小于 H_α 的光子动量
 - D. 欲使微安表示数变为 0, 滑片 P 应向 a 端移动
7. 如图所示, $abcd$ 为纸面内矩形的四个顶点, 矩形区域内(含边界)处于垂直纸面向外的匀强磁场中, 磁感应强度大小为 B , $ad = L$, $ab = \sqrt{3}L$. 一质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子, 从 a 点沿 ab 方向运动, 不计粒子重力. 下列说法正确的是 ()



- A. 粒子能通过 cd 边的最短时间 $t = \frac{\pi m}{qB}$
 - B. 若粒子恰好从 c 点射出磁场, 粒子速度 $v = \frac{qBL}{2m}$
 - C. 若粒子恰好从 d 点射出磁场, 粒子速度 $v = \frac{2qBL}{m}$
 - D. 若粒子只能从 ad 边界射出磁场, 则粒子的入射速度 $0 < v \leq \frac{qBL}{2m}$
8. 如图所示, 空间中有一正方体 $abcd - a'b'c'd'$, 在 b 点固定点电荷 $+Q$, 在 d 点固定点电荷 $-Q$, O 、 O' 分别为上、下两面的中心点, 下列说法正确的是 ()

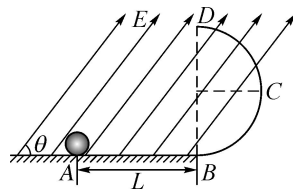


- A. a' 点与 c 点的电场强度大小不等, 方向不同
- B. b' 、 a 两点间的电势差大于 O 、 d' 两点间的电势差
- C. 将某点电荷 $+q$ 由 a' 点沿直线 $a'c'$ 移至 c' 点, 该电荷所受的电场力先变大后变小
- D. 带电粒子不可能在等量异种电荷形成的电场中做匀速圆周运动

二、多项选择题(本题共 2 小题,每小题 5 分,共 10 分.在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求,全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有错选、不选的得 0 分)

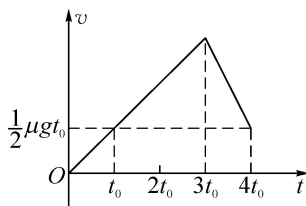
9. 如图所示,绝缘光滑轨道 $ABCD$ 竖直放在与水平方向成 $\theta=45^\circ$ 角的匀强电场中,其中 BCD 部分是半径为 R 的半圆环,轨道的水平部分与半圆相切. 现把一质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的小球(大小忽略不计),放在水平面上 A 点由静止开始释放,恰好能通过半圆轨道最高点 D ,落地时恰好落在 B 点. 下列说法正确的是 ()

- A. 电场强度 $E = \frac{\sqrt{2}mg}{q}$
 B. 起点 A 距 B 点的距离 $L = 2.5R$
 C. 小球经过 D 点的速度 $v = \sqrt{gR}$
 D. A 、 B 两点间的电势差 $U_{AB} = \frac{mgL}{2q}$



10. 一足够长的木板置于水平地面上,两者间的动摩擦因数为 μ . $t=0$ 时,木板在水平恒力作用下,由静止开始向右运动. 某时刻,一小物块以与木板等大、反向的速度从右端滑上木板. 已知 $t=0$ 到 $t=4t_0$ 的时间内,木板速度 v 随时间 t 变化的图像如图所示,其中 g 为重力加速度大小. $t=4t_0$ 时刻,小物块与木板的速度相同. 下列说法正确的是 ()

- A. 小物块在 $t=3t_0$ 时刻滑上木板
 B. 小物块和木板间的动摩擦因数也为 μ
 C. 小物块与木板的质量之比为 $3:8$
 D. 小物块先减速再反向加速最后匀速运动



第 II 卷(非选择题,共 58 分)

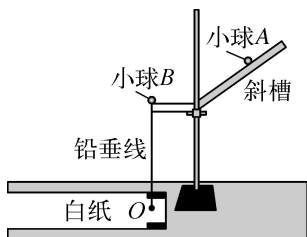
三、实验题(本题共 2 小题,共 16 分)

11. (6 分)某同学利用如图所示的实验装置验证两小球在斜槽末端碰撞过程中动量守恒.

(1) 除图中所示的实验器材外,还需要的实验器材有_____.

- A. 天平 B. 秒表 C. 刻度尺 D. 复写纸

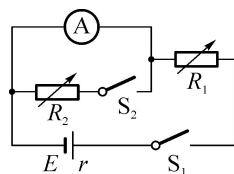
- (2) 实验时,将实验器材安装好,开始操作,记下铅垂线所指的位置 O . 先让入射球 A 多次从斜槽上某位置 S 由静止释放,找到其在白纸上的平均落点的位置 P ,测量平抛射程 OP . 然后,把被碰小球 B 静置于斜槽末端,再将入射球 A 从斜槽上 S 位置由静止释放,与小球 B 相碰,并多次重复. 分别找到 A 、 B 相碰后平均落点的位置 M 、 N ,测量 OM 、 ON 的长度. 入射球 A 的质量为 m_A ,被碰球 B 的质量为 m_B ,为完成实验,需要 m_A _____ (填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”) m_B .



- (3) 只要满足关系式 _____ (用 m_A 、 m_B 、 OP 、 OM 、 ON 表示),则说明碰撞中的动量是守恒的.

12. (10 分)某同学利用半偏法测量量程为 2 mA 的电流表的内阻(小于 100 Ω),实验电路如图所示.可供选择的器材如下:

- A. 电阻箱(最大阻值为 9999.9 Ω)
 B. 电阻箱(最大阻值为 999.9 Ω)
 C. 直流电源 E (电动势为 3 V)
 D. 开关两个,导线若干



实验步骤如下:

- ①按图正确连接线路;
- ②闭合开关 S_1 、断开开关 S_2 ,调节电阻箱 R_1 ,使电流表满偏;
- ③保持电阻箱 R_1 接入电路的电阻不变,再闭合开关 S_2 ,调节电阻箱 R_2 使电流表示数为 1 mA,记录电阻箱 R_2 的阻值.

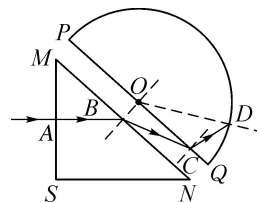
- (1) 实验中电阻箱 R_1 应选择 _____ (填“A”或“B”).
- (2) 在步骤③中,若记录的电阻箱阻值 $R_2 = 75.0 \Omega$,则可得到电流表的内阻为 _____ Ω ;若考虑到在接入电阻箱 R_2 时,干路上电流发生的微小变化,则用该办法测出的电流表内阻的测量值 _____ (填“小于”“等于”或“大于”)真实值.
- (3) 若将此电流表改装成量程为 0~0.6 A 的电流表,则应将电流表 _____ (填“串”或“并”)联一个阻值为 _____ Ω 的电阻(保留两位有效数字).

四、计算题(本题共 3 小题,共 42 分,其中第 13 题 12 分,第 14 题 12 分,第 15 题 18 分,解答需要写出必要的过程,只给出结果的不得分)

13. (12 分)如图所示,一个半径为 R ,折射率为 $\frac{\sqrt{2} 410}{30}$ 的半球形透明介质, O 点为球心,以及一个等腰直角三角形的玻璃砖 SMN , B 为 MN 的中点, BO 垂直斜边,长度为 $\frac{R}{4}$, MN 与 PQ 平行且相等,一束单色光从 SM 边中点 A 垂直 SM 进入玻璃砖,依次到达 B 、 C 、 D 点,光路图如图所示, OC 的长度为 $\frac{3R}{4}$,光在真空中的传播速度为 c .

角三角形的玻璃砖 SMN , B 为 MN 的中点, BO 垂直斜边,长度为 $\frac{R}{4}$, MN 与 PQ 平行且相等,一束单色光从 SM 边中点 A 垂直 SM 进入玻璃砖,依次到达 B 、 C 、 D 点,光路图如图所示, OC 的长度为 $\frac{3R}{4}$,光在真空中的传播速度为 c .

- (1) 求玻璃砖的折射率;
- (2) 求光线从 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 所需的时间;
- (3) 不考虑反射光线,如图所示的光路图到达 D 点是否有光线射出?



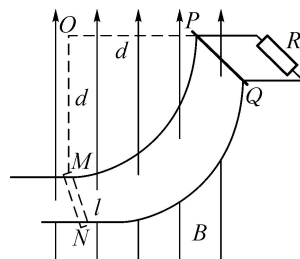
14. (12 分)人们有时用“打夯”的方式把松散的地面夯实. 设某次打夯符合以下模型:两人同时通过绳子对重物各施加一个恒力,力的大小均为 $F=500\text{ N}$,与竖直方向的夹角均为 $\theta=37^\circ$,重物离开地面 H 后人停止施力,最后重物自由下落把地面夯实 h 深度. 设重物的质量为 m ,与地面的平均冲击力 $f=1.05\times 10^4\text{ N}$, g 取 10 m/s^2 ($\cos 37^\circ$ 取 0.8 ,空气阻力忽略不计).

- (1) 若 $H=50\text{ cm}$, $m=50\text{ kg}$,求重物落到地面时的速度 v ;
- (2) 若 $H=\frac{k}{m}$ ($50\text{ kg}\leq m\leq 60\text{ kg}$, $k=25\text{ kg}\cdot\text{m}$),求重物夯实的最大深度 h_{m} .



15. (18 分) 如图所示, PM 、 QN 是两根半径为 d 的粗糙的 $\frac{1}{4}$ 圆弧轨道, 其间距为 l , O 点为 PM 圆弧的圆心, O 、 P 连线水平, M 、 N 在同一水平高度, 圆弧轨道电阻不计, 在其上端连有一阻值为 R 的电阻, 整个装置处于竖直向上的匀强磁场中, 磁感应强度大小为 B . 现有一根长度稍大于 l 、质量为 m 、电阻为 r 的金属棒从轨道的顶端 PQ 处以一定的初速度开始下滑, 由于轨道摩擦的作用, 下滑过程中金属棒的速率保持不变, 到达轨道底端 MN 时对轨道的压力为 $2mg$. 求:

- (1) 金属棒到达最低点时它两端的电压;
- (2) 金属棒由 PQ 下滑到 MN 过程中通过它的电荷量;
- (3) 由 PQ 下滑到 MN 过程中金属棒中产生的焦耳热.



(满分 100 分, 考试时间 75 分钟)

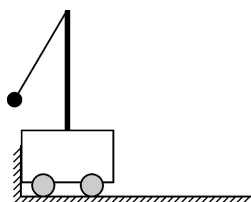
答案见 P6

第 I 卷(选择题, 共 42 分)

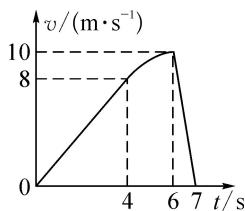
一、单项选择题(本题共 8 小题, 每小题 4 分, 共 32 分. 在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求)

1. 如图所示, 一辆小车静止在光滑水平地面上, 小车左侧紧挨竖直墙壁, 通过细线将小钢球悬挂在固定于小车的竖直杆上, 将小球向左拉开一小角度并由静止释放. 在此后的运动过程中, 下列说法正确的是 ()

- A. 小车始终保持静止
B. 车离开墙壁后做匀速运动
C. 小球从释放至第一次摆到最低点的过程中机械能守恒
D. 小车离开墙壁后, 小球与小车组成的系统动量守恒

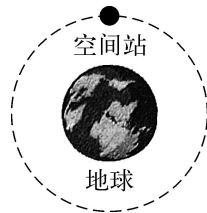


2. 某公司在测试无人机的机动性能时, 记录了无人机从地面起飞后其竖直方向的速度—时间图像如图所示, 其中 4~6 s 内的图线为曲线, 其余均为直线. 不计空气阻力, 关于无人机, 下列说法正确的是 ()



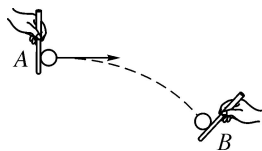
- A. 4 s 时加速度为 0
B. 6 s 时离地面最高
C. 0~4 s 内处于失重状态
D. 6~7 s 内竖直位移大小为 5 m
3. 2024 年 10 月 30 日, “神舟十九号”载人飞船成功实现了与“天和”核心舱前向端口的对接, 标志着我国航天事业又取得进一步突破. 对接后的飞船与空间站形成一个新的组合体, 将该组合体绕地球的运行视为匀速圆周运动. 已知引力常量 G , 根据下列物理量能计算出地球质量的是 ()

- A. 组合体的质量和绕地半径
B. 组合体的质量和绕地周期
C. 组合体的绕地线速度和绕地半径
D. 组合体的绕地角速度和绕地周期



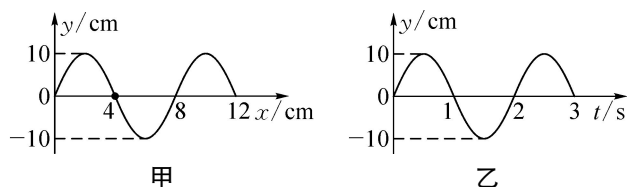
4. 如图所示, 甲、乙两人进行击球训练, 甲在 A 处将球以 4 m/s 的速度水平击出, 乙在比 A 处低 45 cm 的 B 处将球击回, 不计空气阻力, 重力加速度取 10 m/s^2 , 若要使球垂直击中乙的球拍, 则乙接球时球拍与水平方向的夹角应为 ()

- A. 37°
B. 45°
C. 53°
D. 60°



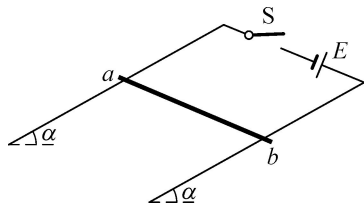
5. 如图甲所示为一列简谐横波在 $t=0$ 时的波形图, 质点 Q 的平衡位置在 $x=4\text{ cm}$ 处, 图乙为其振动图像. 下列说法正确的是 ()

- A. 该列波沿 x 轴负方向传播
B. 该波波速为 4 cm/s
C. $t=3\text{ s}$ 时, 质点 Q 的速度沿 y 轴正方向
D. 质点 Q 在 $2\sim 3\text{ s}$ 内的路程为 10 cm



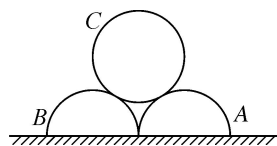
6. 如图所示, 光滑金属导轨与水平面的夹角为 α , 金属杆 ab 垂直放置在导轨上, 导轨处于匀强磁场中 (图中未画出). 接通电路后, 当磁场方向垂直导轨平面向上、磁感应强度大小为 B_1 时, ab 被释放后保持静止; 当磁场方向竖直向上、磁感应强度大小为 B_2 时, ab 被释放后也能保持静止, 则 $\frac{B_1}{B_2}$ 为 ()

- A. $\sin \alpha$
B. $\cos \alpha$
C. $\tan \alpha$
D. $\frac{1}{\tan \alpha}$



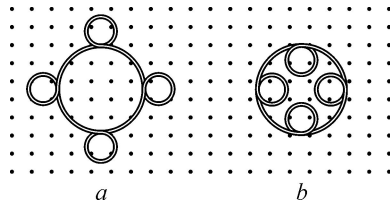
7. 如图所示, 两个完全相同的半圆柱体 A 、 B 并排静置于水平地面上, A 、 B 上静置一光滑圆柱体 C , 三者横截面的半径相同. 现用水平向右的力拉 A , 使 A 缓慢移动, B 始终保持静止. 在 C 落到地面之前, 下列说法正确的是 ()

- A. C 受到 A 的弹力大小保持不变
B. C 受到 B 的弹力大小保持不变
C. 地面对 A 的支持力大小保持不变
D. 地面对 B 的摩擦力大小保持不变



8. 如图所示, 将两根表面涂有绝缘漆的相同硬质细导线分别绕成闭合线圈 a 、 b , 两线圈中大圆环半径均为小圆环的 3 倍, 垂直线圈平面方向有一匀强磁场, 磁感应强度随时间均匀变化, 则 a 、 b 两线圈中产生的感应电动势大小之比为 ()

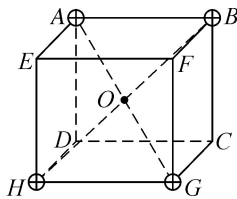
- A. $5:13$
B. $13:5$
C. $1:7$
D. $7:1$



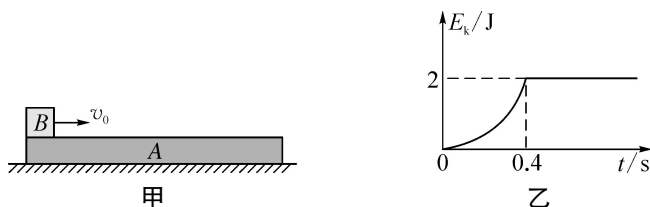
- 二、多项选择题 (本题共 2 小题, 每小题 5 分, 共 10 分. 在每小题给出的四个选项中, 有多项符合题目要求, 全部选对的得 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有错选、不选的得 0 分)

9. 如图所示, 正方体 $ABCD-EFGH$ 的四个顶点分别固定着完全相同的正点电荷, O 点为正方体中心. 现仅将位于 A 点的电荷沿 AO 连线移到 O 点, 关于此过程, 下列说法正确的是 ()

- A. 点电荷移动过程中系统电势能增大
B. 点电荷移动过程中系统电势能减小
C. 位于 G 点的点电荷受到的电场力一直增大
D. 位于 G 点的点电荷受到的电场力一直减小



10. 如图甲所示,足够长的木板 A 静止于光滑水平面上, $t=0$ 时小物块 B 以 4 m/s 的水平初速度从左端滑上 A ,图乙为 A 的动能 E_k 随时间 t 变化的关系图像, $t=0.4\text{ s}$ 后图线为平行于 t 轴的直线. 已知 A 、 B 间的动摩擦因数为 0.5 , g 取 10 m/s^2 . 下列说法正确的是 ()

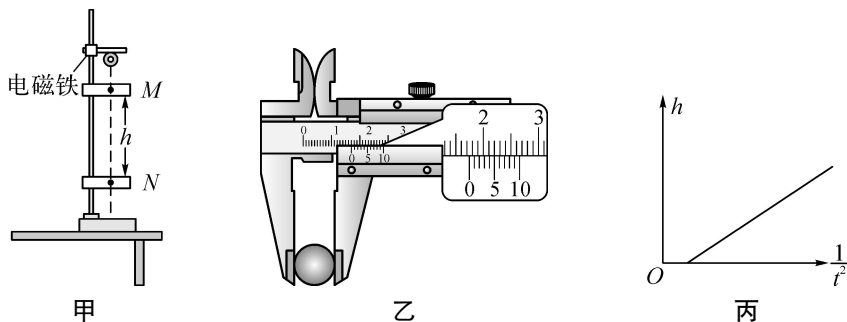


- A. $t=0.4\text{ s}$ 时 A 、 B 速度相同
B. B 的质量为 2.0 kg
C. A 的长度至少为 1.0 m
D. 整个过程中系统因摩擦产生的内能为 4.0 J

第 II 卷(非选择题,共 58 分)

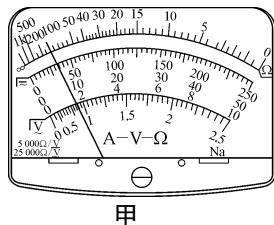
三、实验题(本题共 2 小题,共 16 分)

11. (8 分)某学习小组设计了如图甲所示的装置来验证机械能守恒定律. 足够高的铁架台上端固定一电磁铁,接通电源,直径为 d 的小铁球吸附在电磁铁下方,断开电源,小球依次通过固定在正下方的光电计时器 M 和高度可调的计时器 N ,小球通过 M 、 N 的时间分别为 t_0 和 t , M 、 N 间的距离 h 与 $\frac{1}{t^2}$ 的关系如图丙所示,已知小球质量 $m=100\text{ g}$,当地重力加速度 g 取 9.8 m/s^2 .



- (1) 该小组利用 10 分度的游标卡尺测量小球直径,读数如图乙所示,则小球直径 $d = \underline{\hspace{2cm}}\text{ mm}$.
(2) 某次实验中测得 $h=1.0\text{ m}$, $t_0=7.0\text{ ms}$, $t=3.5\text{ ms}$,则小球从 M 到 N 的过程中重力势能减少了 $\underline{\hspace{2cm}}\text{ J}$,动能增加了 $\underline{\hspace{2cm}}\text{ J}$ (结果均保留两位有效数字).
(3) 当丙图中的图线斜率为 $\underline{\hspace{2cm}}$ (用题中所给的物理量符号表示)时,则小球机械能守恒.
12. (8 分)热敏电阻阻值随温度变化而变化. 某热敏电阻的温度从 $10\text{ }^\circ\text{C}$ 升至 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 时,其阻值从几千欧姆降至几百欧姆,某同学利用下列方法测量其在室温 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时的阻值.

- (1) 首先利用多用电表粗测其阻值,当多用电表电阻挡选“ $\times 10$ ”倍率测量时,指针偏转如图甲所示,则应将倍率更换至 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“ $\times 1$ ”或“ $\times 100$ ”),然后正确操作并读出热敏电阻阻值.



- (2) 接着,该同学为了更加精确地测量其阻值,选用器材如下:

- A. 电流表 A_1 ($0\sim 5\text{ mA}$,内阻约为 $5\text{ }\Omega$)
B. 电流表 A_2 ($0\sim 0.6\text{ A}$,内阻约为 $1\text{ }\Omega$)
C. 电压表 V_1 ($0\sim 5\text{ V}$,内阻约为 $3\text{ k}\Omega$)

D. 电压表 V_2 ($0 \sim 15 \text{ V}$, 内阻约为 $10 \text{ k}\Omega$)

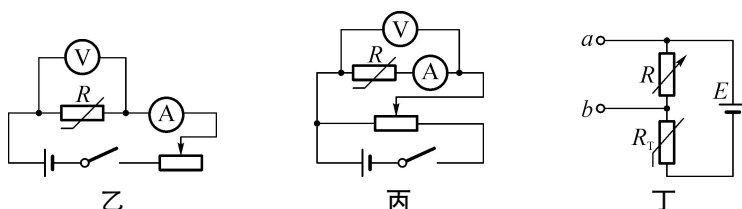
E. 滑动变阻器 R ($0 \sim 10 \text{ }\Omega$)

F. 电源 ($E = 5 \text{ V}$, 内阻约为 $1 \text{ }\Omega$)

G. 开关和导线若干

① 为了尽可能精确地测量热敏电阻的阻值, 电流表选_____, 电压表选_____ (填器材前的序号).

② 下列电路图中设计合理的是_____ (填“乙”或“丙”).



(3) 该同学又进一步测得热敏电阻在其他温度下的阻值, 记录如下表所示:

$t/^\circ\text{C}$	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
R_T/Ω	2 400.0	1 500.0	1 150.0	860.0	435.0	120.0

利用该热敏电阻制作温控报警器, 其电路原理如图丁所示, 图中电源电动势为 10 V , 内阻不计, 报警系统接在 ab 之间, 当 ab 之间的输出电压高于 6.0 V 时, 便触发报警器报警, 若要求开始报警时环境温度为 60°C , 测试时发现温度达到 50°C 时报警器就开始报警, 则应_____ (填“调小”或“调大”)电阻箱的阻值.

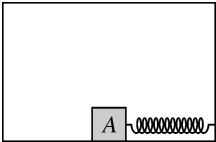
四、计算题(本题共 3 小题, 共 42 分, 其中第 13 题 12 分, 第 14 题 14 分, 第 15 题 16 分, 解答需要写出必要的过程, 只给出结果的不得分)

13. (12 分) 公路上行驶的汽车, 司机从发现前方异常情况到紧急刹车, 汽车仍将前进一段距离才能停下来, 要保证安全, 这段距离内不能有车辆和行人, 因此把它称为安全距离. 通常情况下, 人的反应时间和汽车系统的反应时间之和为 1 s . 晴天汽车在干燥的路面上以 108 km/h 的速度行驶时, 得到的安全距离为 120 m .

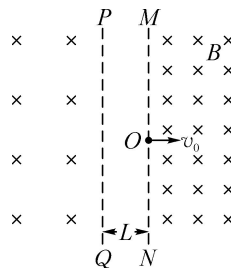
(1) 求汽车刹车时的加速度大小;

(2) 若雨天汽车刹车时的加速度为晴天时的 $\frac{3}{5}$, 且汽车仍以 108 km/h 的速度行驶, 则安全距离为多少?

14. (14 分) 如图所示, 质量为 0.5 kg 的物块 A 在一个纵剖面为矩形的静止木箱内, 通过轻弹簧将 A 的右边与木箱连接, 使之处于静止状态, 此时弹簧弹力大小为 1.2 N . 已知 A 和木箱水平底面之间的动摩擦因数为 0.3 , 设最大静摩擦力等于滑动摩擦力, g 取 10 m/s^2 .
- (1) 求木箱底部受到物块 A 的摩擦力;
- (2) 要使物块 A 在弹簧弹力作用下相对木箱底面移动, 可让木箱在竖直方向运动, 则木箱的加速度应满足什么条件?



15. (16 分) 如图所示, PQ 、 MN 为相互平行、间距为 L 的长直边界, 在两边界外侧均存在垂直于纸面向里的匀强磁场, 且 MN 右侧磁场的磁感应强度大小为 B . 一带正电粒子从 MN 边界上 O 点以大小为 v_0 的初速度垂直于边界平行纸面射入右侧磁场区, 一段时间后粒子又从右侧磁场向左经过 O 点, 已知该粒子的质量为 m , 电荷量为 q , 粒子的重力不计. 求:
- (1) 粒子第一次穿过 MN 时的位置到 O 点的距离;
 - (2) 粒子从刚射入右侧磁场至第一次到达边界 PQ 的时间;
 - (3) 左侧磁场的磁感应强度大小.



第 I 卷(选择题, 共 42 分)

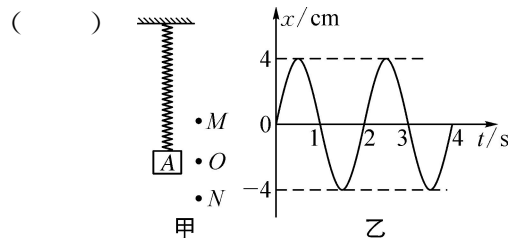
一、单项选择题(本题共 8 小题, 每小题 4 分, 共 32 分. 在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求)

1. 2025 年 1 月 14 日, 据中国科学院合肥物质科学研究院消息, 该院大科学团队成功研制强流直线等离子体装置“赤霄”, “赤霄”的诞生将为研究下一代“人造太阳”中国聚变工程实验堆提供有力支撑. 已知某核聚变反应的方程为 ${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + \text{X}$. 下列说法正确的是 ()

- A. 反应产物 X 为 ${}_1^2\text{H}$
 B. 该聚变反应有质量亏损
 C. 该聚变反应发生时, 两个 ${}_1^2\text{H}$ 间万有引力远大于两个 ${}_1^2\text{H}$ 间库仑力
 D. ${}_2^3\text{He}$ 由 2 个中子和一个质子组成

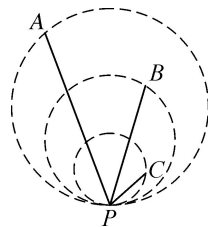
2. 一弹簧上端固定, 下端与物块 A 相连, 物块 A 以 O 点为平衡位置, 在竖直方向上 M、N 两点之间做简谐运动, 如图甲所示. 规定沿竖直向下的方向为正方向, 物块 A 偏离平衡位置的位移 x 与时间 t 的关系图像如图乙所示, 下列说法正确的是 ()

- A. $t=0.5\text{ s}$ 时, 物块 A 的加速度最大, 方向竖直向下
 B. $t=1\text{ s}$ 时, 物块 A 的速度最大, 方向竖直向下
 C. 物块 A 振动到 M 点时, 弹簧一定处于压缩状态
 D. $0\sim 7\text{ s}$ 内物块 A 振动的路程等于 56 cm



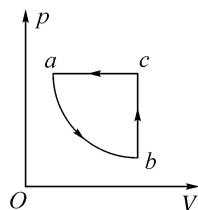
3. 如图所示, 竖直平面内三个圆的半径之比为 $3:2:1$, 它们的最低点相切于 P 点, 有三根光滑细杆 AP、BP、CP, 杆的最高点分别处于三个圆的圆周上的某一点, 杆的最低点都处于圆的最低点 P. 现各有一小环分别套在细杆上, 都从杆的最高点由静止开始沿杆自由下滑至 P 点, 空气阻力不计, 则小环在细杆 AP、BP、CP 上运动的时间之比为 ()

- A. $\sqrt{3} : \sqrt{2} : 1$
 B. $(\sqrt{3}-\sqrt{2}) : (\sqrt{2}-1) : 1$
 C. $3 : 2 : 1$
 D. $1 : 1 : 1$



4. 一定质量的理想气体经历如图所示的循环过程, $a \rightarrow b$ 过程是等温过程, $b \rightarrow c$ 过程是等容过程, $c \rightarrow a$ 过程是等压过程. 下列说法正确的是 ()

- A. $a \rightarrow b$ 过程中气体的内能增加
 B. $b \rightarrow c$ 过程中气体向外界放热
 C. $a \rightarrow b$ 过程中气体从外界吸收的热量全部用于对外做功
 D. $c \rightarrow a$ 过程中外界对气体做的功等于 $a \rightarrow b$ 过程中气体对外界做的功



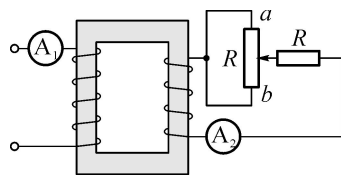
5. 如图所示,原、副线圈匝数比为 $n_1 : n_2$ 的理想变压器,原线圈接入电压为 U 的正弦交流电源,副线圈接入最大阻值为 R 的滑动变阻器和阻值为 R 的定值电阻.当变阻器的滑片从 a 端向 b 端缓慢移动的过程中 ()

A. 电流表 A_1 示数先增大后减小

B. 电流表 A_2 示数的最大值为 $\frac{U}{R}$

C. 原线圈输入功率的最大值为 $\frac{4n_2^2 U^2}{5n_1^2 R}$

D. 定值电阻 R 消耗功率的最小值为 $\frac{16n_2^2 U^2}{25n_1^2 R}$



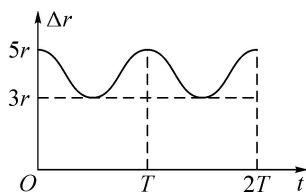
6. 2025 年 1 月 13 日,我国自主研制的捷龙三号运载火箭在山东海洋海域成功发射,一次将十颗卫星送入预定轨道,创造了我国海上发射的新纪录.其中卫星 A 、 B 在同一平面内沿同一方向绕地球做匀速圆周运动,它们之间的距离 Δr 随时间变化的关系如图所示,不考虑 A 、 B 之间的万有引力,已知卫星 A 的线速度大于卫星 B 的线速度,下列说法正确的是 ()

A. 卫星 A 、 B 的轨道半径之比 $r_A : r_B = 3 : 5$

B. 卫星 B 的周期等于 T

C. 卫星 A 的线速度大小为 $\frac{16\pi r}{7T}$

D. 卫星 A 、 B 从相距最近到相距最远的最短时间间隔小于 $\frac{T}{2}$



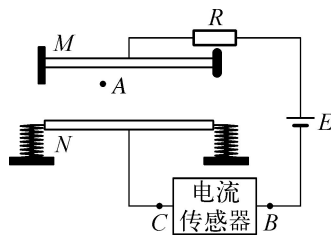
7. 电子计步器的工作核心部件为震动传感器,一般按照传感器的类型可分为 2D 计步器与 3D 计步器,其中一款 2D 计步器的原理图可以简化如下,平行板电容器的一个极板 M 固定在设备上,另一个极板 N 与两个固定在设备上的轻弹簧连接,极板 N 与弹簧间绝缘,振动系统完成一次周期性振动,电流传感器显示电流周期变化一次,才能实现计步一步.关于该计步器,下列说法正确的是 ()

A. 极板 N 向极板 M 运动的过程中,电流传感器的电流方向为 $C \rightarrow B$

B. M 、 N 极板间距离最小时,电流传感器上电流最大

C. M 、 N 极板间距离最小时,固定在电容器中 A 点的点电荷具有的电势能和受到电场力均最大

D. 将保护电阻 R 换成二极管, N 极板振动,电流传感器上电流周期性变化,同样实现准确计步



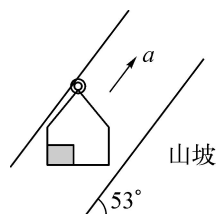
8. 乘坐“空中缆车”既能饱览大自然的美景又轻松惬意.如图所示,某一缆车沿坡度为 53° 的山坡匀速上行,缆车中有一质量 $m = 50 \text{ kg}$ 的货物放在水平地板上且与车厢壁恰好接触而无挤压,货物与地板之间的动摩擦因数 $\mu = \frac{3}{4}$,货物与地板之间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力,某时刻缆车开始沿原方向做加速运动,在这一过程中,加速度大小从零开始缓慢增大,并且整个加速阶段缆车始终保持竖直状态,取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\cos 53^\circ = 0.6$, $\sin 53^\circ = 0.8$,则在缆车斜向上加速运动的过程中 ()

A. 货物可能受到 3 个力或 4 个力作用

B. 车厢受到的摩擦力方向水平向右

C. 当 $a = 2 \text{ m/s}^2$ 时,车厢地板对货物的摩擦力大小为 80 N

D. 当 $a = 10 \text{ m/s}^2$ 时,车厢地板对货物的作用力大小为 $300\sqrt{10} \text{ N}$



二、多项选择题(本题共 2 小题,每小题 5 分,共 10 分.在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求,全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有错选、不选的得 0 分)

9. 玩具水枪是儿童们夏天喜爱的玩具之一,但水枪伤眼的事件也时有发生,因此,限制儿童水枪的威力就成了生产厂家必须关注的问题.现有一水枪样品,已知水枪喷水口的直径为 d ,水的密度为 ρ ,水流水平出射速度为 v ,垂直击中竖直目标后以大小为 $0.2v$ 的速率反向溅回,则 ()

A. 水枪喷水的流量(单位时间内流出的体积)为 $\pi v d^2$

B. 喷水口单位时间内喷出水的质量为 $\frac{1}{4}\pi\rho v d^2$

C. 水枪的功率为 $\frac{1}{2}\pi\rho d^2 v^3$

D. 目标受到的平均冲击力大小为 $\frac{3}{10}\pi\rho d^2 v^2$

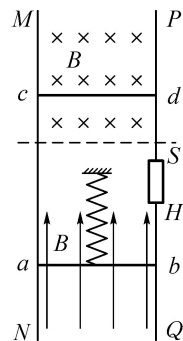
10. 如图所示, MN 、 PS 、 HQ 是竖直放置的长直粗糙金属导轨, MN 与 PS 、 HQ 之间的宽度均为 L , PS 和 HQ 通过阻值为 R 的定值电阻连接. ab 和 cd 是两根质量均为 m 、电阻均为 R 的金属杆,其中 ab 杆悬挂在轻弹簧下端,与竖直平行导轨内侧恰好接触而无压力,与导轨一同处于竖直向上的磁场中; cd 杆则处于垂直导轨平面的磁场中,当 cd 杆在外力作用下以速度 v 向上做匀速直线运动时, ab 杆恰好静止,弹簧无形变,现使 cd 杆以速度 $\frac{v}{4}$ 沿原方向做匀速直线运动, ab 杆开始沿导轨下滑,两磁场的磁感应强度大小均为 B ,弹簧的劲度系数为 k ,重力加速度为 g ,定值电阻阻值为 R ,其余电阻不计,金属杆与导轨接触良好,弹簧始终在弹性范围内,在整个运动过程中, ab 和 cd 杆均保持水平,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,下列说法正确的是 ()

A. ab 杆受到的安培力垂直纸面向外

B. ab 杆与导轨间的动摩擦因数为 $\frac{2mgR}{B^2 L^2 v}$

C. ab 杆开始下滑直至速度首次达到最大值的过程中,克服摩擦产生的热量为 $\frac{3m^2 g^2}{16k}$

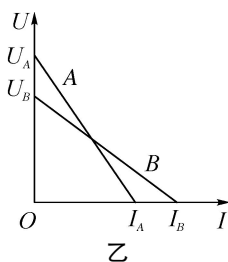
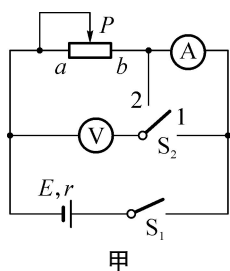
D. ab 杆速度首次达到最大值时,电路的电热功率为 $\frac{B^2 L^2 v^2}{9R}$



第 II 卷(非选择题,共 58 分)

三、实验题(本题共 2 小题,共 16 分)

11. (6 分)在准确测量一节干电池的电动势 E 和内阻 r 的实验中,小丽同学设计了如图甲所示的实验电路,并以此电路图完成实物电路的连接.合上开关 S_1 , S_2 接图甲中的 1 位置,改变滑动变阻器的阻值,记录下几组电压表示数和对应的电流表示数; S_2 改接图甲中的 2 位置,改变滑动变阻器的阻值,再记录下几组电压表示数和对应的电流表示数.

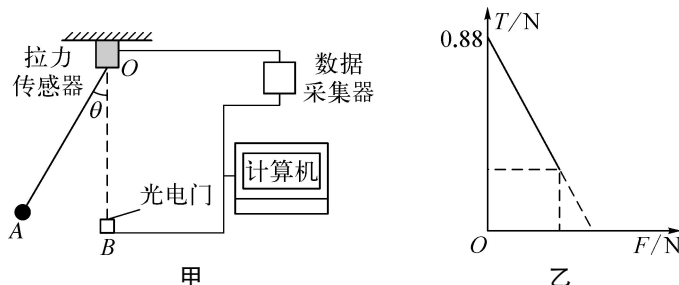


在同一坐标系内分别描点作出电压表示数 U 和对应的电流表示数 I 的图像,如图乙所示,两条直线与纵轴的截距分别为 U_A 、 U_B ,与横轴的截距分别为 I_A 、 I_B .

(1) S_2 接 2 位置时,作出的 $U-I$ 图线是图乙中的 _____ (填“ A ”或“ B ”)线.

(2) 由乙图可知:这节干电池的电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$,内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$.

12. (10 分)某同学设计了一个验证机械能守恒定律的实验,一轻绳一端连接在拉力传感器上 O 点,另一端连接在半径为 r 的匀质小钢球上,小钢球球心至 O 点的长度为 L , O 点正下方 B 位置有一光电门,可记录小钢球通过光电门的时间.如图甲所示,将小钢球拉至某一位置由静止释放,同时拉力传感器通过计算机采集小钢球在摆动过程中轻绳上拉力的最大值 T 和最小值 F .改变小钢球的初始释放位置,重复上述过程,根据测量数据在直角坐标系中绘制的 $T-F$ 图像如图乙所示.



(1) 小钢球从 A 位置由静止释放时,轻绳与竖直方向成 θ 角,小钢球通过最低点位置 B 时,光电门记录遮光时间为 t ,则小钢球通过光电门的速度 $v_B = \underline{\hspace{2cm}}$;在实验误差允许的范围内,若 $t^2 = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 r 、 L 、 θ 、 g 等符号表示),则验证了小钢球从 A 点运动到 B 点过程中机械能守恒.

(2) 若小钢球摆动过程中机械能守恒,则绘制乙图 $T-F$ 图像的直线斜率理论值为 _____.

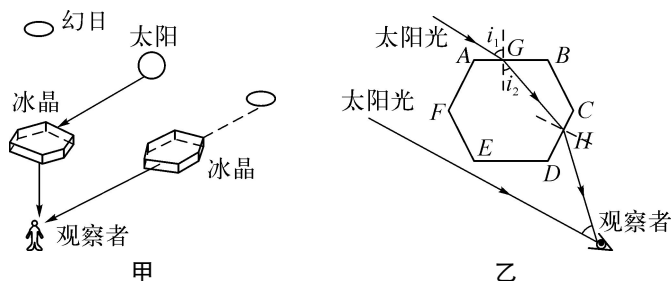
(3) 小钢球质量 $m = 30 \text{ g}$,根据测量数据绘制的乙图计算出重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ (结果保留三位有效数字),与当地实际重力加速度相比 _____ (填“偏小”“不变”或“偏大”).

四、计算题(本题共 3 小题,共 42 分,其中第 13 题 10 分,第 14 题 14 分,第 15 题 18 分,解答需要写出必要的过程,只给出结果的不得分)

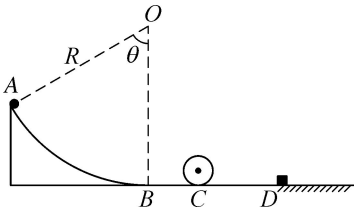
13. (10 分)2024 年 12 月 10 日,北京上空出现“3 个太阳”的景象即幻日现象,与故宫角楼相互映衬,这种现象也被称为三日同辉,原理图如图甲所示.为便于理解,以单色光为例进行分析,图乙为光线以与截面平行的方向射入正六边形板状冰晶侧面的光路图.设光线的入射角 $i_1 = 60^\circ$,经 AB 、 CD 面折射后从图中 H 点射出,取冰晶对该单色光的折射率为 $\frac{3\sqrt{3}}{4}$,已知光在真空中的传播速度为 $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$,正六边形晶体边长为 $3\sqrt{5} \text{ cm}$,出射点 H 与 C 的距离为 $\sqrt{5} \text{ cm}$.求:

(1) 折射角 i_2 的正弦值 $\sin i_2$;

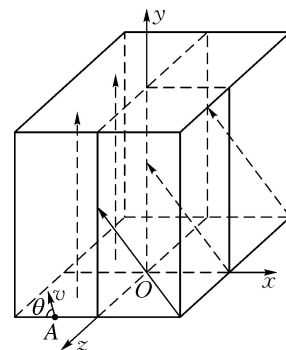
(2) 该单色光在冰晶中传播的时间 t .



14. (14 分) 如图所示, 一半径为 $R=3\text{ m}$ 的圆弧轨道固定在水平面上, 且与水平面相切于圆弧最低点 B , 圆弧对应的圆心角 $\theta=53^\circ$; C 点处固定另一半径为 r 的竖直圆轨道且与水平面相切; 距 C 点足够远的 D 点放有一质量为 $M=3\text{ kg}$ 物块, D 点右侧水平面粗糙且与物块间的动摩擦因数 $\mu=0.1$. 一个质量 $m=1\text{ kg}$ 的光滑小球从圆弧轨道的上端点 A 由静止释放, 之后恰好能通过竖直圆轨道并与物块发生碰撞, 忽略小球与物块的大小, 且除了物块与 D 点右侧地面之间存在摩擦外, 其余摩擦均不计, 小球与物块的碰撞没有机械能损失, 取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$. $\sin 53^\circ$ 取 0.8 , $\cos 53^\circ$ 取 0.6 .
- (1) 求小球刚滑到圆弧轨道最低点 B 时对轨道的压力大小.
 - (2) 求竖直圆轨道的半径及小球与物块第 1 次碰撞后物块的速度大小.
 - (3) 判断小球能否与物块发生第 2 次碰撞. 若不能, 请通过计算说明理由; 若能, 求出小球与物块发生 2 次碰撞后物块滑行的总位移.



15. (18 分) 如图所示, 在三维坐标系 $Oxyz$ 中, $x < 0, z \leq L, y \geq 0$ 的空间内充满匀强磁场, 方向沿 y 轴正方向; $0 \leq x \leq L, y \geq 0$ 的所有空间内充满匀强电场, 方向平行于 xOy 平面, 与 y 轴正方向夹角为 37° . 质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的带电粒子, 在 xOz 平面内从图中磁场边界的 A 点以速度 v 沿与 x 轴负方向夹角 $\theta = 60^\circ$ 射入磁场, 经磁场偏转后从坐标原点 O 沿 x 轴正方向射入电场, 粒子在电场中运动时, 恰好没有从 $x = L$ 的边界射出电场, 之后从 y 轴上的 P 点(图中未画出)再次射入磁场, 不计带电粒子的重力, 取 $\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$. 求:
- (1) 匀强磁场的磁感应强度的大小;
 - (2) P 、 O 两点间的距离;
 - (3) 带电粒子第 n ($n > 2$) 次射出磁场时的 y 轴坐标.



(满分 100 分, 考试时间 75 分钟)

答案见 P61

第 I 卷(选择题 共 42 分)

一、单项选择题(本题共 8 小题, 每小题 4 分, 共 32 分. 在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求)

1. 大连相干光源是我国第一台高增益自由电子激光用户装置, 其激光辐射所应用的玻尔原子理论很好地解释了氢原子的光谱特征. 如图所示为氢原子的能级示意图, 已知紫外光的光子能量大于 3.11 eV, 当大量处于 $n=3$ 能级的氢原子向低能级跃迁时, 辐射不同频率的紫外光有 ()

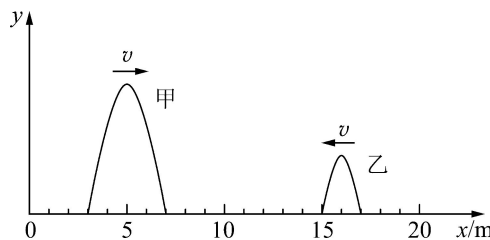
n	E/eV
∞	0
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.4
1	-13.6

- A. 1 种
B. 2 种
C. 3 种
D. 4 种
2. 某同学参加户外拓展活动, 遵照安全规范, 坐在滑板上, 从高为 h 的粗糙斜坡顶端由静止下滑, 滑至底端时速度为 v . 已知人与滑板的总质量为 m , 可视为质点. 重力加速度大小为 g , 不计空气阻力. 此过程中人与滑板克服摩擦力做的功为 ()

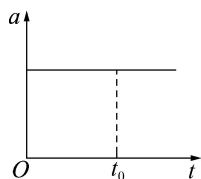
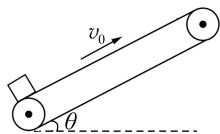
- A. mgh
B. $\frac{1}{2}mv^2$
C. $mgh + \frac{1}{2}mv^2$
D. $mgh - \frac{1}{2}mv^2$

3. 某仪器发射甲、乙两列横波, 在同一均匀介质中相向传播, 波速 v 大小相等. 某时刻的波形图如图所示, 则这两列横波 ()

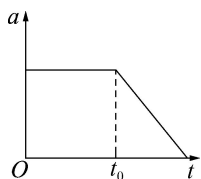
- A. 在 $x=9.0$ m 处开始相遇
B. 在 $x=10.0$ m 处开始相遇
C. 波峰在 $x=10.5$ m 处相遇
D. 波峰在 $x=11.5$ m 处相遇



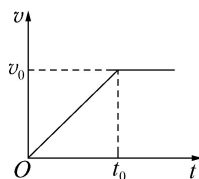
4. 倾角为 θ 的传送带以恒定速率 v_0 顺时针转动. $t=0$ 时在传送带底端无初速度地轻放一小物块, 如图所示. t_0 时刻物块运动到传送带中间某位置, 速度达到 v_0 . 不计空气阻力, 则物块从传送带底端运动到顶端的过程中, 加速度 a 、速度 v 随时间 t 变化的关系图线可能正确的是 ()



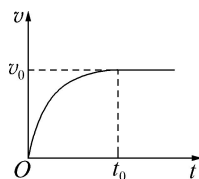
A



B

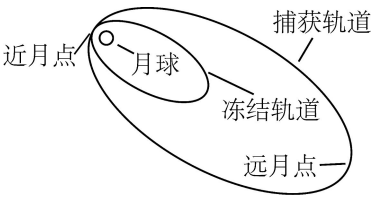


C



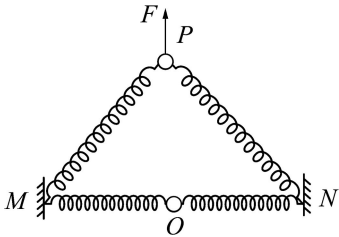
D

5. 2024 年 3 月 20 日,我国探月工程四期“鹊桥”二号中继星成功发射升空.当抵达距离月球表面某高度时,“鹊桥”二号开始进行近月制动,并顺利进入捕获轨道运行,如图所示,轨道的半长轴约为 51 900 km.后经多次轨道调整,进入冻结轨道运行,轨道的半长轴约为 9 900 km,周期约为 24 h.“鹊桥”二号在捕获轨道运行时



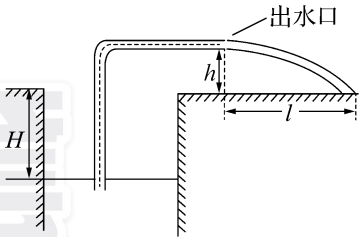
- A. 周期约为 144 h
- B. 近月点的速度大于远月点的速度
- C. 近月点的速度小于在冻结轨道运行时近月点的速度
- D. 近月点的加速度大于在冻结轨道运行时近月点的加速度

6. 如图所示,竖直平面内有两根完全相同的轻质弹簧,它们的一端分别固定于水平线上的 M 、 N 两点,另一端均连接在质量为 m 的小球上.开始时,在竖直向上的拉力作用下,小球静止于 MN 连线的中点 O ,弹簧处于原长.之后将小球竖直向上缓慢拉至 P 点,并保持静止,此时拉力 F 大小为 $2mg$.已知重力加速度大小为 g ,弹簧始终处于弹性限度内,不计空气阻力.若撤去拉力,则小球从 P 点运动到 O 点的过程中



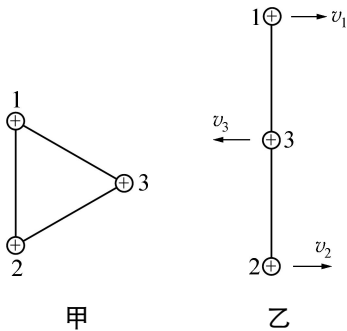
- A. 速度一直增大
- B. 速度先增大后减小
- C. 加速度的最大值为 $3g$
- D. 加速度先增大后减小

7. 在某地区的干旱季节,人们常用水泵从深水井中抽水灌溉农田,简化模型如图所示.水井中的水面距离水平地面的高度为 H .出水口距水平地面的高度为 h ,与水流落地点的水平距离约为 l .假设抽水过程中 H 保持不变,水泵输出能量的 η 倍转化为水被抽到出水口处增加的机械能.已知水的密度为 ρ ,水管内径的横截面积为 S ,重力加速度大小为 g ,不计空气阻力.水泵的输出功率约为



- A. $\frac{\rho g S l \sqrt{2gh}}{2\eta h} \left(H + h + \frac{l^2}{2h} \right)$
- B. $\frac{\rho g S l \sqrt{2gh}}{2\eta h} \left(H + h + \frac{l^2}{4h} \right)$
- C. $\frac{\rho g S l \sqrt{2gh}}{2\eta h} \left(H + \frac{l^2}{2h} \right)$
- D. $\frac{\rho g S l \sqrt{2gh}}{2\eta h} \left(H + \frac{l^2}{4h} \right)$

8. 在某光滑绝缘水平面上,三个完全相同的带电小球,通过不可伸长的绝缘轻质细线,连接成边长为 d 的正三角形,如图甲所示.小球质量为 m ,带电荷量为 $+q$,可视为点电荷.初始时,小球均静止,细线拉直.现将球 1 和球 2 间的细线剪断,当三个小球运动到同一条直线上时,速度大小分别为 v_1 、 v_2 、 v_3 ,如图乙所示.该过程中三个小球组成的系统电势能减少了 $\frac{kq^2}{2d}$, k 为静电力常量,不计空气阻力,则



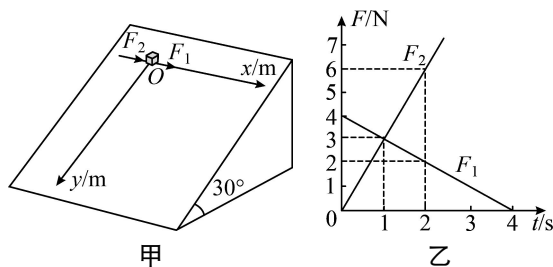
- A. 该过程中小球 3 受到的合力大小始终不变
- B. 该过程中系统能量守恒,动量不守恒
- C. 在图乙位置, $v_1 = v_2$, $v_3 \neq 2v_1$
- D. 在图乙位置, $v_3 = \sqrt{\frac{2kq^2}{3md}}$

二、多项选择题(本题共 2 小题,每小题 5 分,共 10 分.每小题有多个选项符合要求.全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错、不选的得 0 分)

9. 一倾角为 30° 足够大的光滑斜面固定于水平地面上,在斜面上建立 xOy 直角坐标系,如图甲所示.从 $t=0$ 开始,将一可视为质点的物块从 O 点由静止释放,同时对物块施加沿 x 轴正方向的力 F_1 和 F_2 ,其大小与时间 t 的关系如图乙所示.已知物块的质量为 1.2 kg ,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,不计空气阻力,则

()

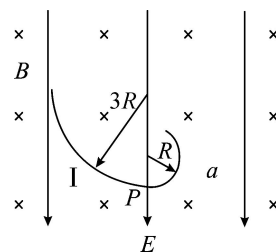
- A. 物块始终做匀变速曲线运动
B. $t=1\text{ s}$ 时,物块的 y 坐标值为 2.5 m
C. $t=1\text{ s}$ 时,物块的加速度大小为 $5\sqrt{3}\text{ m/s}^2$
D. $t=2\text{ s}$ 时,物块的速度大小为 $10\sqrt{2}\text{ m/s}$



10. 空间中存在竖直向下的匀强电场和垂直于纸面向里的匀强磁场,电场强度大小为 E ,磁感应强度大小为 B .一质量为 m 的带电油滴 a ,在纸面内做半径为 R 的圆周运动,轨迹如图所示.当 a 运动到最低点 P 时,瞬间分成两个小油滴 I、II,二者带电荷量、质量均相同. I 在 P 点时与 a 的速度方向相同,并做半径为 $3R$ 的圆周运动,轨迹如图所示. II 的轨迹未画出.已知重力加速度大小为 g ,不计空气浮力与阻力以及 I、II 分开后的相互作用,则

()

- A. 油滴 a 带负电,所带电荷量的大小为 $\frac{mg}{E}$
B. 油滴 a 做圆周运动的速度大小为 $\frac{gBR}{E}$
C. 小油滴 I 做圆周运动的速度大小为 $\frac{3gBR}{E}$,周期为 $\frac{4\pi E}{gB}$
D. 小油滴 II 沿顺时针方向做圆周运动



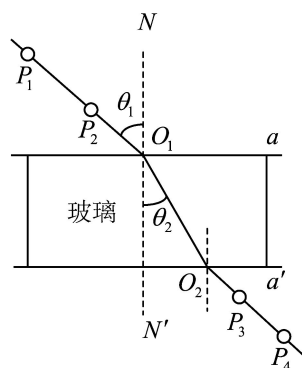
第 II 卷(非选择题 共 58 分)

三、实验题(本题共 2 小题,共 16 分)

11. (6 分)某实验小组做“测量玻璃的折射率”及拓展探究实验.

- (1) 为测量玻璃的折射率,按如图甲所示进行实验,以下表述正确的一项是 _____.(填选项前字母)

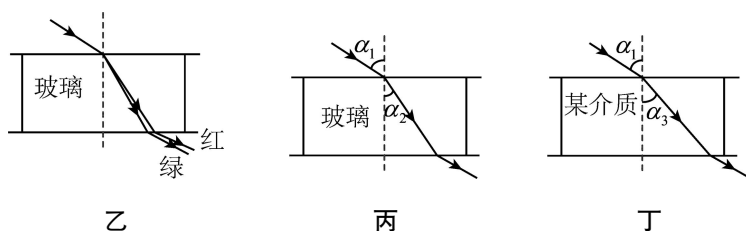
- A. 用笔在白纸上沿着玻璃砖上边和下边分别画出直线 a 和 a'
B. 在玻璃砖一侧插上大头针 P_1 、 P_2 ,眼睛在另一侧透过玻璃砖看两个大头针,使 P_2 把 P_1 挡住,这样就可以确定入射光线和入射点 O_1 . 在眼睛这一侧,插上大头针 P_3 ,使它把 P_1 、 P_2 都挡住,再插上大头针 P_4 ,使它把 P_1 、 P_2 、 P_3 都挡住,这样就可以确定出射光线和出射点 O_2
C. 实验时入射角 θ_1 应尽量小一些,以减小实验误差



甲

- (2) 为探究介质折射率与光的频率的关系,分别用一束红光和一束绿光从同一点入射到空气与玻璃的分界面.保持相同的入射角,根据实验结果作出光路图,并标记红光和绿光,如图乙所示.此实

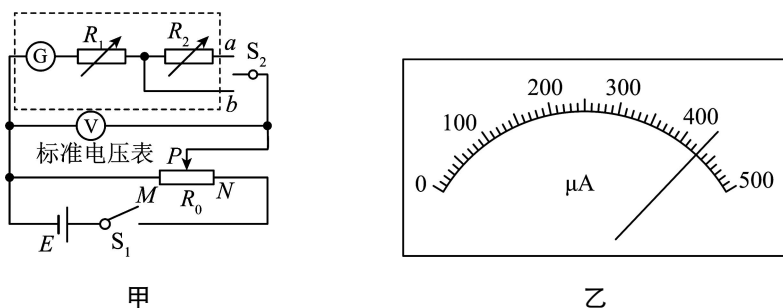
验初步表明:对于同一种介质,折射率与光的频率有关.频率大,折射率_____ (填“大”或“小”).



(3) 为探究折射率与介质材料的关系,用同一束微光分别入射玻璃砖和某透明介质,如图丙、丁所示.

保持相同的入射角 α_1 ,测得折射角分别为 α_2 、 α_3 ($\alpha_2 < \alpha_3$),则玻璃和该介质的折射率大小关系为 $n_{\text{玻璃}}$ _____ (填“>”或“<”) $n_{\text{介质}}$. 此实验初步表明:对于一定频率的光,折射率与介质材料有关.

12. (10分) 某实验小组要将电流表 G (铭牌标示: $I_g = 500 \mu\text{A}$, $R_g = 800 \Omega$) 改装成量程为 1 V 和 3 V 的电压表,并用标准电压表对其进行校准. 选用合适的电源、滑动变阻器、电阻箱、开关和标准电压表等实验器材,按如图甲所示连接电路,其中虚线框内为改装电路.



- (1) 开关 S_1 闭合前,滑片 P 应移动到 _____ (填“M”或“N”)端.
- (2) 根据要求和已知信息,电阻箱 R_1 的阻值已调至 $1\,200 \Omega$,则 R_2 的阻值应调至 _____ Ω .
- (3) 当单刀双掷开关 S_2 与 a 连接时,电流表 G 和标准电压表 V 的示数分别为 I 、 U ,则电流表 G 的内阻可表示为 _____. (结果用 U 、 I 、 R_1 、 R_2 表示)
- (4) 校准电表时,发现改装后电压表的读数始终比标准电压表的读数偏大,经排查发现电流表 G 内阻的真实值与铭牌标示值有偏差,则只要 _____ 即可. (填选项前字母)
- A. 增大电阻箱 R_1 的阻值
- B. 减小电阻箱 R_2 的阻值
- C. 将滑动变阻器的滑片 P 向 M 端滑动
- (5) 校准完成后,开关 S_2 与 b 连接,电流表 G 的示数如图乙所示,此示数对应的改装电压表读数为 _____ V. (保留两位有效数字)

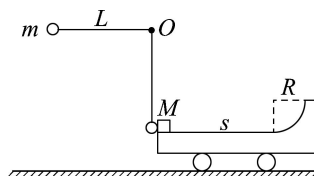
四、计算题(本题共 3 小题,共 42 分,其中第 13 题 10 分,第 14 题 14 分,第 15 题 18 分,解答需要写出必要的过程,只给出结果的不得分)

13. (10分) 某人驾驶汽车,从北京到哈尔滨,在哈尔滨发现汽车的某个轮胎内气体的压强有所下降(假设轮胎内气体的体积不变,且没有漏气,可视为理想气体). 于是在哈尔滨给该轮胎充入压强与大气压相同的空气,使其内部气体的压强恢复到出发时的压强(假设充气过程中,轮胎内气体的温度与环境相同,且保持不变). 已知该轮胎内气体的体积 $V_0 = 30 \text{ L}$,从北京出发时,该轮胎内气体的温度 $t_1 =$

$-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, 压强 $p_1 = 2.7 \times 10^5 \text{ Pa}$. 哈尔滨的环境温度 $t_2 = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$, 大气压强 p_0 取 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$. 求:

- (1) 在哈尔滨时, 充气前该轮胎内气体压强的大小;
- (2) 充进该轮胎的空气体积.

14. (14 分) 如图所示, 一实验小车静止在光滑水平面上, 其上表面有粗糙水平轨道与光滑四分之一圆弧轨道. 圆弧轨道与水平轨道相切于圆弧轨道最低点, 一物块静止于小车最左端, 一小球用不可伸长的轻质细线悬挂于 O 点正下方, 并轻靠在物块左侧. 现将细线拉直到水平位置时, 静止释放小球, 小球运动到最低点时与物块发生弹性碰撞. 碰撞后, 物块沿着小车上表面轨道运动, 已知细线长 $L = 1.25 \text{ m}$, 小球质量 $m = 0.20 \text{ kg}$, 物块、小车质量均为 $M = 0.30 \text{ kg}$, 小车上的水平轨道长 $s = 1.0 \text{ m}$, 圆弧轨道半径 $R = 0.15 \text{ m}$, 小球、物块均可视为质点. 不计空气阻力, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 .
- (1) 求小球运动到最低点与物块碰撞前所受拉力的大小.
 - (2) 求小球与物块碰撞后的瞬间, 物块速度的大小.
 - (3) 为使物块能进入圆弧轨道, 且在上升阶段不脱离小车, 求物块与水平轨道间的动摩擦因数 μ 的取值范围.



15. (18 分) 如图所示, 一“U”形金属导轨固定在竖直平面内, 一电阻不计, 质量为 m 的金属棒 ab 垂直于导轨, 并静置于绝缘固定支架上. 边长为 L 的正方形 $cdef$ 区域内, 存在垂直于纸面向外的匀强磁场. 支架上方的导轨间, 存在竖直向下的匀强磁场. 两磁场的磁感应强度大小 B 随时间 t 的变化关系均为 $B = kt$ (SI), k 为常数 ($k > 0$). 支架上方的导轨足够长, 两边导轨单位长度的电阻均为 r , 下方导轨的总电阻为 R . $t = 0$ 时, 对 ab 施加竖直向上的拉力, 恰使其向上做加速度大小为 a 的匀加速直线运动, 整个运动过程中 ab 与两边导轨接触良好. 已知 ab 与导轨间的动摩擦因数为 μ , 重力加速度大小为 g . 不计空气阻力, 两磁场互不影响.

- (1) 求通过面积 S_{cdef} 的磁通量大小随时间 t 变化的关系式, 以及感应电动势的大小, 并写出 ab 中电流的方向;
- (2) 求 ab 所受安培力的大小随时间 t 变化的关系式;
- (3) 求经过多长时间, 对 ab 所施加的拉力达到最大值, 并求此最大值.

