

【考试时间：1月28日 9:00—10:15】

红河州、文山州 2026 届高中毕业生第二次复习统一检测

物 理

注意事项：

1. 答题前，考生务必用黑色碳素笔将自己的姓名、学校、班级、考场号、座位号在答题卡上填写清楚，并将条形码准确粘贴在条形码区域内。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号，回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将答题卡交回。

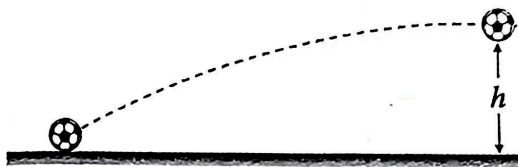
一、选择题（本题共 10 小题，共 46 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。）

1. 如图所示为氢原子能级图。比较氢原子分别从 $n=3$ 和 $n=4$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子，前者

- A. 频率更低，波长更长
- B. 频率更低，波长更短
- C. 频率更高，波长更长
- D. 频率更高，波长更短

n	E/eV
∞	0
5	-0.54
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.40
1	-13.6

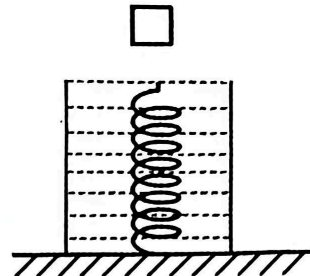
2. 被运动员踢出的足球在空中飞行的部分轨迹如图中虚线所示。运动员的脚与足球作用时间约为 0.05 s，足球上升的最大高度 h 约为 5 m，在最高点的速率约为 20 m/s。足球质量约为 400 g，不考虑空气阻力， g 取 10 m/s^2 ，则运动员踢球时对足球的平均作用力大小约为



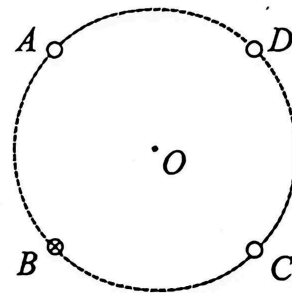
- A. $80\sqrt{3} \text{ N}$
- B. $80\sqrt{5} \text{ N}$
- C. 160 N
- D. $1.6 \times 10^5 \text{ N}$

3. 我国“北斗三号”全球卫星导航系统包含多颗中圆地球轨道（MEO）卫星。已知其中一颗 MEO 卫星运行轨道离地面的高度约为地球半径的 3 倍，运行方向与地球自转方向相同；地球同步卫星运行轨道离地面的高度约为地球半径的 5.6 倍，向心加速度大小约为 0.226 m/s^2 。这颗 MEO 卫星
- A. 运行周期大于 24 h
 B. 运行速率大于 7.9 km/s
 C. 向心加速度大小约为 0.615 m/s^2
 D. 和同步卫星分别与地心的连线在相同时间内扫过的面积相等
4. 体育课上，小华将质量 $m = 2 \text{ kg}$ 的实心球（可视为质点）从离水平地面高 $h = 1.5 \text{ m}$ 处水平抛出，落地点距抛出点的水平距离 $x = 9 \text{ m}$ 。忽略空气阻力， g 取 10 m/s^2 ，则球落地瞬间
- A. 速度大小为 $\sqrt{30} \text{ m/s}$
 B. 重力的功率为 $20\sqrt{30} \text{ W}$
 C. 动量大小为 $6\sqrt{30} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$
 D. 速度方向与初速度方向夹角的正切值为 3

5. 如图所示，竖直放置的轻弹簧下端固定在盛满水的容器底部，上端与水面平齐。一个物块从弹簧正上方某一高度处由静止开始自由下落。不考虑物块与水碰撞时速度变化，从接触弹簧到下降至最低点的过程中，下列说法正确的是

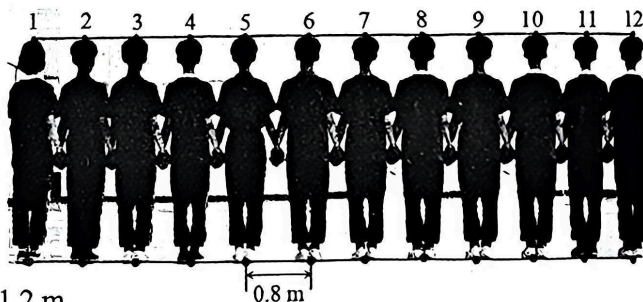


- A. 物块刚接触弹簧瞬间速度最大
 B. 弹簧弹力等于物块重力时物块的速度最大
 C. 物块先处于失重状态后处于超重状态
 D. 物块对弹簧的压力大于弹簧对物块的支持力
6. 如图所示， A 、 B 、 C 、 D 是纸面内以 O 为圆心圆周上的四等分点，在四个点处分别固定电流大小相等、方向垂直纸面的通电长直导线。已知 A 处电流在 O 点产生磁场的磁感应强度大小为 B_0 ， B 处电流方向向里，圆心处的磁场方向垂直于 CD 连线向右。下列说法正确的是



- A. A 处的电流方向向里
 B. D 处的电流方向向里
 C. O 处的磁感应强度大小为 $4B_0$
 D. 仅使 A 处电流反向，则 O 处的磁感应强度大小变为 $2B_0$

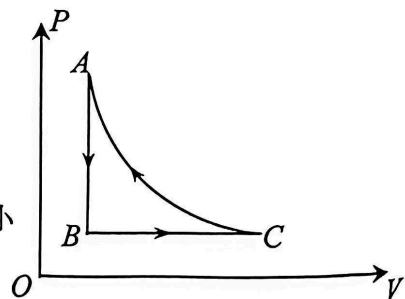
7. 如图所示, 12 位身高相同的同学手挽手站成一排模拟机械波的形成和传播。 $t = 0$ 时, 从同学 1 开始依次带动右边的同学, 每人每分钟完成 30 次下蹲和起立, 形成一列向右传播的“机械波”。已知同学 1 第一次蹲到最低点时, 同学 5 刚好要开始下蹲; 队伍中相邻两同学所站位置间距均为 0.8 m, 所有同学从开始下蹲到最低点过程中, 头部竖直向下运动路程均为 60 cm。下列说法正确的是



- A. 这列“波”的波长为 2.4 m
 B. 这列“波”的波速为 1.6 m/s
 C. $t = 6$ s 时同学 12 开始下蹲
 D. 0~4 s 内同学 9 的头部运动路程为 1.2 m
8. 在新能源汽车电池管理系统中, 电容器模块可凭借自身充放电特性使电压波动保持在允许范围内。已知电容器储存能量 $E = \frac{CU^2}{2}$, 一新能源汽车电容器模块中某电容器电容 $C = 500 \mu\text{F}$ 。汽车启动前, 该电容器两极板间电压 $U_1 = 300$ V, 启动时由于负载增加使其两极板间电压瞬间降至 $U_2 = 200$ V, 稳定后又恢复至 $U_1 = 300$ V。此过程中该电容器
- A. 先放电释放能量, 再充电吸收能量
 B. 先充电吸收能量, 再放电释放能量
 C. 放电时释放的电荷量 $\Delta Q = 0.05$ C
 D. 充电时吸收的能量 $\Delta E = 2.5$ J

9. 一定质量的理想气体, 其压强 P 随体积 V 的变化过程如图所示。 $C \rightarrow A$ 过程为等温变化, 下列说法正确的是

- A. $B \rightarrow C$ 过程中气体对外界做功, 内能增大
 B. $C \rightarrow A$ 过程中外界对气体做功, 内能增大
 C. $A \rightarrow B$ 过程中气体向外界放热, 每个气体分子动能均减小
 D. $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 全过程中, 气体向外界放热, 内能不变



10. 如图 (a) 所示, 在倾角为 37° 足够长的固定斜面上有一质量为 1 kg 的物体。现对物体施加一方向沿斜面向上的拉力 F , 力的大小随时间 t 的变化关系如图 (b) 所示, $t = 4 \text{ s}$ 时撤去该拉力; 物体沿斜面向上运动过程中的 $v - t$ 图如图 (c) 所示。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力, g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ 。则该物体

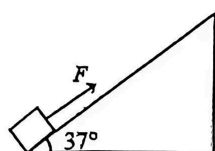


图 (a)

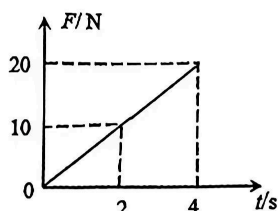


图 (b)

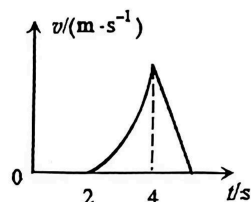


图 (c)

- A. 所受最大静摩擦力大小为 10 N B. 与斜面间的动摩擦因数为 0.5
 C. 撤去 F 时的速度大小为 10 m/s D. 撤去 F 后经过 1.5 s 速度变为 0

二、实验题 (本题共 2 小题, 共 16 分)

11. (6 分) 某研究性学习小组在“探究弹簧弹力的大小与形变量的关系”实验时, 设计了如图 (a) 所示的实验装置。水平桌面上固定有一深度 $h = 20 \text{ cm}$ 且右端开口的光滑圆筒, 圆筒内侧左边筒底固定一原长 l_0 小于筒深的轻弹簧, 弹簧右端与一跨过光滑定滑轮的细线相连。实验时, 通过改变细线上所挂钩码的质量 m 来改变弹簧伸出筒口右端的长度 x , 作出 $mg - x$ 的关系如图 (b) 所示。

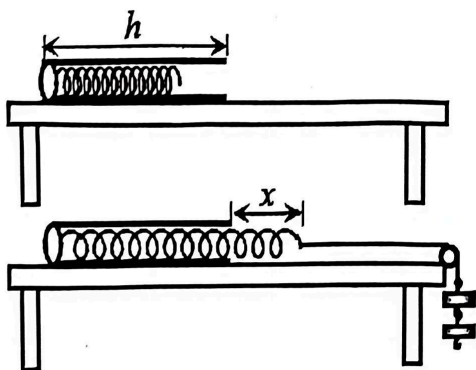


图 (a)

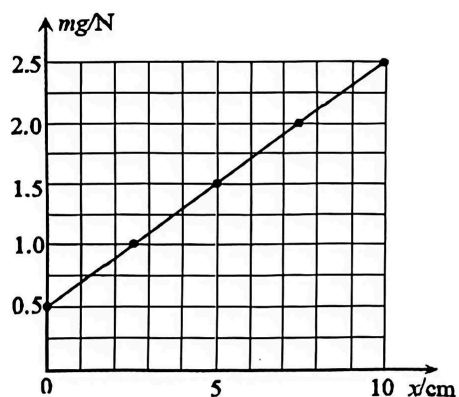


图 (b)

(1) 关于该实验，下列说法正确的是_____。

- A. 用刻度尺测出的 x 即为弹簧的伸长量
- B. 静止时弹簧的弹力与所挂钩码的重力大小相等
- C. 所挂钩码不宜过多，以免超出弹簧的弹性限度
- D. 用图像法处理数据时，能够有效减小该实验的系统误差

(2) 由图 (b) 可得该弹簧的劲度系数 $k =$ _____ N/m，原长 $l_0 =$ _____ cm。

12. (10 分) 某实验小组探究一款霍尔式位移传感器的工作原理，并用其测量弹簧振子偏离平衡位置的位移。霍尔式位移传感器是基于霍尔效应的一种传感器，结构简图如图(a)

所示。给霍尔元件通入如图所示的控制电流 I ，并加一垂直前后表面的磁场（磁感应强度 B 的大小沿 x 轴呈线性变化），霍尔元件下表面中心处连接一测头 P ，测头在外部作用下可左右移动带动霍尔元件在磁场中同步移动，由于位置不同，霍尔元件在上下表面的电势差也不同。

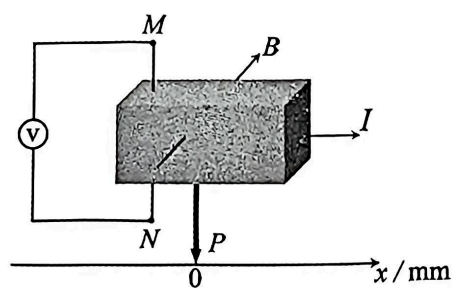


图 (a)

实验小组找到的实验器材有：霍尔式位移传感器、稳压电源 E （图中未画出，提供控制电流 I ）、电压表 V 、毫米刻度尺、开关、导线若干。

(1) 已知该霍尔元件为 N 型半导体材料，即多数载流子为电子。小组同学首先接通控制电路并通入一定的控制电流 I ，当磁场方向如图 (a) 所示垂直前后表面向里时，霍尔元件的_____（选填“M”或“N”）端电势更高。

(2) 保持控制电流 I 不变，将测头从 $x = 0$ 处左、右移动，通过预设磁场校准，控制并记录不同位置 x 及对应的霍尔电压 U_H ，数据如下表所示，根据表中数据可在图 (b) 坐标纸上描点并绘出 $U_H - x$ 图线；

位移 (x/mm)	-3.0	-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0	3.0
霍尔电压 (U_H/mV)	-1.50	-1.00	-0.50	0.00	0.50	1.00	1.50

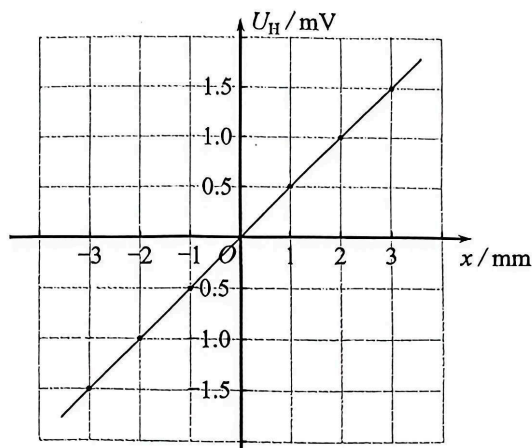
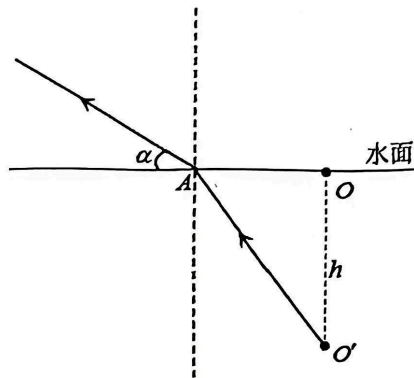


图 (b)

- (3) 根据图 (b), 可以得出结论: 控制电流 I 恒定、磁感应强度 B 的大小沿 x 轴方向线性变化时, 霍尔电压 U_H 与位移 x 成_____关系, 该传感器的灵敏度为_____mV/mm (提示: 灵敏度为霍尔电压变化量与位移变化量的比值);
- (4) 将该传感器用于测量一个弹簧振子做简谐运动时振子的瞬时位置。使控制电流仍为 I , 某次测量中测得霍尔电压 $U_H = 1.2$ mV。则该时刻振子偏离平衡位置的位移为_____mm; (结果保留 1 位小数)
- (5) 在测量位移时, 电压表测得的电压 $U_{测}$ 与霍尔电压理论值 U_H 之间存在偏差。原因是长时间使用后, 稳压电源的输出略有下降 (即控制电流 I 略微减小), 这会导致测量位移的绝对值_____ (选填“偏大”、“偏小”或“不变”)。

三、解答题 (本题共 3 小题, 共 38 分)

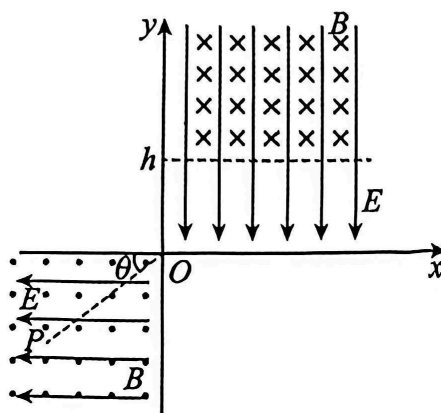
13. (10 分) 某型号水下探测器利用激光进行通信。如图所示, 探测器安装在清澈平静水面 O 点正下方 O' 点处。当探测器向 A 点射出激光时, 测得射出水面的激光与水面夹角 $\alpha = 37^\circ$ 。已知 OO' 距离 $h = 4$ m, OA 距离为 $\frac{3}{4}h$, 真空中光速 $c = 3.0 \times 10^8$ m/s, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求:



- (1) 水对该激光的折射率;
- (2) 该激光从 O' 点传播到 A 点所用时间;
- (3) 该激光能射出水面的点到 O 点的最远距离。

14. (13分) 如图所示, 在竖直面内的平面直角坐标系 xOy 中, 第一、三象限内存在场强大小均为 $E=4\text{ N/C}$ 、方向分别沿 y 轴负方向和 x 轴负方向的匀强电场; 在第一象限 $y>h=6.4\text{ m}$ 的区域和第三象限内存在磁感应强度大小均为 $B=1.0\text{ T}$ 、方向分别垂直平面向里和垂直平面向外的匀强磁场。现将一个带电荷量为 q 的油滴从该平面第三象限的 P 点 (图中未标出) 以一定的初速度释放, 恰好能沿 PO 做直线运动, 并从原点 O 进入第一象限后, 经过一段时间第二次穿过 x 轴。已知 PO 与 x 轴负方向的夹角 $\theta=45^\circ$, g 取 10 m/s^2 , 求油滴:

- (1) 初速度大小;
- (2) 在第一象限运动的时间;
- (3) 第二次穿过 x 轴时的位置坐标。



15. (15分) 如图甲所示, 两根足够长的光滑平行金属导轨固定在倾角 $\theta = 30^\circ$ 的斜面上, 其间距 $L = 2\text{ m}$ 。导轨间存在磁感应强度大小 $B = 2\text{ T}$ 、方向垂直于斜面向上的匀强磁场。金属棒 NQ 通过一平行于导轨的绝缘细线与固定在斜面上的拉力传感器连接, 两根金属棒 ab 和 NQ 与导轨始终保持垂直且接触良好。 $t = 0$ 时, 对 ab 施加一平行于导轨的外力 F , 使其由静止开始沿导轨下滑。已知 ab 的质量 $m_1 = 2\text{ kg}$ 、 NQ 的质量 $m_2 = 0.4\text{ kg}$ 。 ab 和 NQ 接入电路的电阻均为 $R = 2\ \Omega$, 导轨电阻不计, g 取 10 m/s^2 。

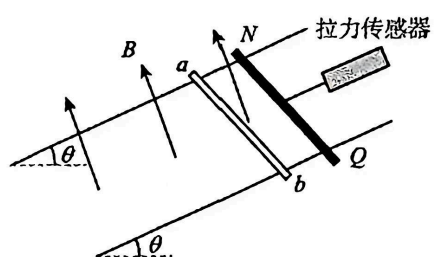


图 (a)

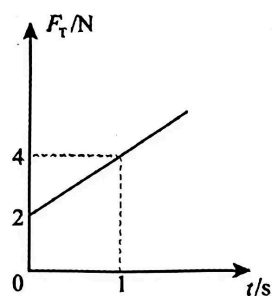


图 (b)

- (1) 若 ab 以 $a = 1\text{ m/s}^2$ 匀加速下滑, 求 $t = 2\text{ s}$ 时 ab 产生的感应电动势;
- (2) 在 (1) 条件下, 求 $t = 2\text{ s}$ 时 F 的大小;
- (3) 若拉力传感器测量出细线拉力 F_T 随时间 t 的变化关系如图乙所示, 已知在 $0 \sim 3\text{ s}$ 内 F 对 ab 所做的功为 -11.25 J 。求 $0 \sim 3\text{ s}$ 内 NQ 上产生的焦耳热。

红河州、文山州 2026 届高中毕业生第二次复习统一检测

物理参考答案及评分标准

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	B	C	B	C	D	D	AC	AD	BC

1. 【答案】A

【解析】辐射的光子的能量等于两个能级之差，从氢原子能级图可知，从 $n=3$ 跃迁到 $n=2$ 的能级之差小于 $n=4$ 跃迁到 $n=2$ 的能级之差，辐射的光子能量较小，根据

$\varepsilon = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ 可知，对应的光子频率更低、波长更长，故 A 正确。

2. 【答案】B

【解析】足球在空中飞行过程由动能定理得 $-mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，足球起飞速率为 $10\sqrt{5}$ m/s，运动员与足球作用过程由动量定理 $\bar{F} \cdot \Delta t = mv_0 - 0$ ，解得 $\bar{F} = 80\sqrt{5}$ N，故 B 正确。

3. 【答案】C

【解析】MEO 卫星 ($r_1 = 4R$ 、 v_1 、 T_1 、 a_1)，同步卫星 ($r_2 = 6.6R$ 、 v_2 、 $T_2 = 24$ h、 a_2)，近地卫星 ($r_0 = R$ 、 $v_0 = 7.9$ km/s、 T_0)，由开普勒第三定律可知，轨道半径 r 越大，周期 T 越大，故 A 错误；由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知 $v_2 < v_1 < v_0$ ，故 B 错误；由 $G\frac{Mm}{r^2} = ma$ 得

$a = G\frac{M}{r^2}$ ， $\frac{a_1}{a_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ ， $a_1 \approx 0.615$ m/s²，故 C 正确；开普勒第二定律（面积定律）描述的是单

个天体运动规律，不能用于比较两颗不同的卫星，故 D 错误。

4. 【答案】B

【解析】根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知， $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{\sqrt{30}}{10}$ s，水平方向 $v_x = \frac{x}{t} = 3\sqrt{30}$ m/s，竖直方向

$v_y = gt = \sqrt{30}$ m/s，落地时实心球速度为 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 10\sqrt{3}$ m/s，故 A 错误；重力瞬时功率

$P = mgv_y = 20\sqrt{30}$ W，故 B 正确；动量 $p = mv = 2 \times 10\sqrt{3}$ kg·m/s = $20\sqrt{3}$ kg·m/s，故 C 错误；

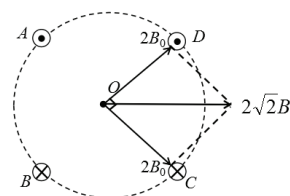
落地时速度方向与初速度方向夹角的正切值 $\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{\sqrt{30}}{3\sqrt{30}} = \frac{1}{3}$ ，故 D 错误。

5. 【答案】C

【解析】物块刚接触弹簧时，弹力与浮力、阻力之和小于重力，物块具有向下的加速度；物块向下继续加速，弹簧继续被压缩，弹力与浮力、阻力之和增大，加速度逐渐减小；当弹簧弹力与浮力、阻力之和等于重力时，此时物块所受合力为零，加速度为零，物块速度达到最大；当弹簧弹力与浮力、阻力之和大于重力时，物块的加速度向上，物块做减速运动，随着弹簧继续被压缩，弹力与浮力、阻力之和增大，加速度反向增大，故物块先处于失重状态后处于超重状态，AB 错误，C 正确。D 选项根据牛顿第三定律，物块对弹簧的压力等于弹簧对物块的支持力，D 错误。故选 C。

6. 【答案】D

【解析】已知圆心处的磁场方向垂直于 CD 连线向右，如图所示。根据安培定则和矢量合成法则知 A 、 D 处导体棒中电流向外， B 、 C 处导体棒中的电流向里， A 、 B 错误； A 、 C 处导体棒在 O 处产生的磁场方向指向 D ，大小均为 B_0 ， B 、 D 处导体棒在 O 处产生的磁场方向指向 C ，大小均为 B_0 ，根据矢量运算法则知 O 处磁感应强度大小为 $2\sqrt{2}B_0$ ，故 C 错误；仅使 A 处电流反向，根据安培定则可判断 A 处电流在 O 处产生的磁场方向指向 B ，所以 O 点处的磁感应强度大小变为 $2B_0$ ，故 D 正确。



7. 【答案】D

【解析】相邻同学间距 0.8 m ，波长是指一个完整波形对应的平衡位置间的长度。由题意可知，9 个同学间距对应一个完整波形，波长 $\lambda = 8 \times 0.8 = 6.4\text{ m}$ ，故 A 错误。同学 1 振动频率 $f = 30\text{ 次/分钟} = 0.5\text{ Hz}$ ，波速 $v = \lambda f = 6.4 \times 0.5 = 3.2\text{ m/s}$ ，故 B 错误。同学 1 与同学 12 间距为 $11 \times 0.8 = 8.8\text{ m}$ ，由 $t = \frac{x}{v} = \frac{8.8}{3.2}\text{ s} = 2.75\text{ s}$ ，故 C 错误。1 到 9 同学间刚好一个波长，所以 $t = 2\text{ s}$ 时第 9 位同学开始下蹲， $t = 4\text{ s}$ 时完成一次下蹲起立，路程为 $2 \times 60 = 120\text{ cm} = 1.2\text{ m}$ ，故 D 正确。

8. 【答案】AC

【解析】当电路负载变化使电容器两端电压瞬间降至 $U_2 = 200\text{ V}$ ，电容器会放电释放能量；之后电压又恢复至 $U_1 = 300\text{ V}$ ，电容器会充电吸收能量。所以 A 正确，B 错误。释放电荷量过程 $\Delta Q = C \cdot \Delta U = C (U_1 - U_2) = 500 \times 10^{-6} \times 100\text{ C} = 0.05\text{ C}$ ，故 C 正确；吸收能量

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{CU_1^2}{2} - \frac{CU_2^2}{2} = 12.5\text{ J}，\text{ 故 D 错误。}$$

9. 【答案】AD

【解析】 $B \rightarrow C$ 过程中，气体体积增大，气体对外界做功，由 $\frac{PV}{T} = C$ 可得气体温度升高，内能增大，故 A 正确； $C \rightarrow A$ 过程，体积减小，外界对气体做功，由于气体温度不变，内能不变，故 B 错误； $A \rightarrow B$ 过程中，由 $\frac{PV}{T} = C$ 可知，气体温度降低，内能减小，体积不变，气体向外界放热，由于温度降低，分子平均动能减小，但不是每个分子动能都减小，故 C 错误； $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 全过程中，因为又回到了初始状态，由 $\frac{PV}{T} = C$ 可知，初末状态的温度相同，内能相同，即内能不变，由图线与横坐标之间所围成的面积表示气体对外界做的功可知，整个过程外界对气体做正功，由热力学第一定律得，气体要向外界放热，故 D 正确。

10. 【答案】BC

【解析】由 0~2 s 的受力分析可知： $F = mg \sin \theta + F_f$ ，从 $v-t$ 可得 2 s 时物体开始运动，此时拉力为 10 N，代入数据可得最大静摩擦力为 4 N，由 $F_f = \mu mg \cos \theta$ 得 $\mu = 0.5$ ，故 A 错误，B 正确；分析 2~4 s，由动量定理得： $I_F - mgt \sin \theta - \mu mgt \cos \theta = mv$ ，2~4 s 内 I_F 为 $F-t$ 图所围成的面积，代入数据得 $v = 10$ m/s，故 C 正确；撤去拉力后，由牛顿第二定律可得： $-mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$ ， $a = -10$ m/s²，再代入 $0 = v + at$ 得 $t = 1$ s，即经过 1 s 速度变为 0，故 D 错误。

11. 【答案】(1) BC; (2) 20; 17.5

【解析】(1) 弹簧的伸长量 $l = h + x - l_0$ ，A 错误；根据二力平衡，钩码所受重力与细线的拉力大小相等，细线拉力又和弹簧弹力大小相等，即弹簧的弹力与所挂钩码的重力大小相等，B 正确；挂钩码不宜过多，以免超出弹簧弹性限度，C 正确；数据处理时，利用多组数据描点作图，根据图像计算劲度系数，能够有效减小实验的偶然误差，D 错误；

(2) 由胡克定律 $mg = k(h + x - l_0) = kx + k(h - l_0)$ ，结合图像可得 $k = \frac{\Delta mg}{\Delta x} = \frac{2.5 - 0.5}{0.1} = 20$ N/m， $k(h - l_0) = 0.5$ ，解得 $l_0 = 0.175$ m = 17.5 cm。

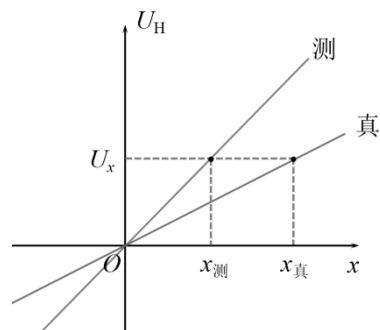
12. 【答案】(1) N; (3) 正比 ; 0.5 ; (4) 2.4; (5) 偏小

【解析】(1) N 型半导体材料载流子为电子，电子定向移动方向与电流方向相反，根据左手定则载流子（电子）聚集在 M 端，故 N 端电势高；

(3) 因图线为一条过坐标原点直线，故为正比关系；灵敏度为图线斜率 $k = \frac{\Delta U_H}{\Delta x}$ ，故灵敏度 $k = 0.5$ mV/mm；

(4) 由灵敏度 $k = 0.5$ mV/mm 得， $\Delta x = \frac{\Delta U_H}{k} = 2.4$ mm；

(5) 由霍尔电压公式 $U_H = \frac{BI}{ned}$ (d 表示霍尔元件沿磁场方向的厚度)，设 $B = kx$ ，则 $U_H = \frac{BI}{ned} = \frac{kI}{ned} x$ 。当控制电流 I 减小后， $U_H - x$ 图像中的真实图线斜率减小，导致电压表示数对应的位移测量值的绝对值 $x_{测}$ 小于真实值的绝对值 $x_{真}$ ，如图所示，故测量位移的绝对值偏小。



13. 【答案】 (1) $n = \frac{4}{3}$ (2) $t = \frac{20}{9} \times 10^{-8} \text{ s}$ (3) $s = \frac{12\sqrt{7}}{7} \text{ m}$

【解析】 (1) 如图所示, $OA = \frac{3}{4}h$, $O'O = h$,

由几何关系 $\tan \theta = \frac{OA}{O'O}$, $\beta = 90^\circ - \alpha$ ①

$\tan \theta = \frac{3}{4}$, $\theta = 37^\circ$, $\beta = 53^\circ$

由折射率公式 $n = \frac{\sin \beta}{\sin \theta}$ ②

解得: $n = \frac{4}{3}$ ③

(2) 激光在水中的速度 $v = \frac{c}{n}$ ④

由几何关系可得: $O'A = \sqrt{OA^2 + O'O^2}$ ⑤

激光在水中传播时间 $t = \frac{O'A}{v}$ ⑥

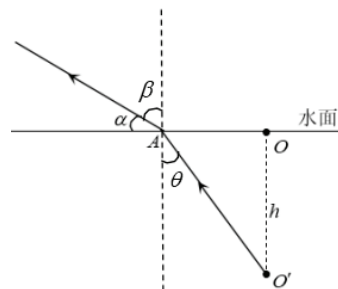
解得: $t = \frac{20}{9} \times 10^{-8} \text{ s}$ ⑦

(3) 当入射角增大到临界角 C 时, 光在水面发生全反射

由 $n = \frac{1}{\sin C}$ 得 $\sin C = \frac{3}{4}$ ⑧

由几何关系得 $\tan C = \frac{s}{h}$ ⑨

解得: $s = \frac{12\sqrt{7}}{7} \text{ m}$ ⑩



14. 【答案】 (1) $4\sqrt{2} \text{ m/s}$; (2) $\frac{16+\pi}{5} \text{ s}$; (3) $(16 \text{ m}, 0)$

【解析】 (1) 设油滴质量为 m , 由第三象限的受力知油滴带负电

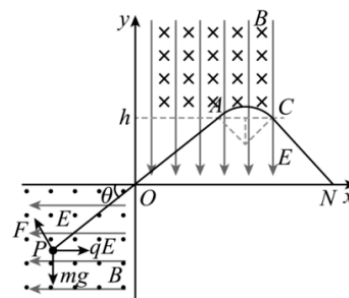
由平衡条件及几何关系可得 $qE = qvB \sin \theta$ ①

解得: $v = 4\sqrt{2} \text{ m/s}$ ②

(2) 油滴在第三象限中运动时, $qE = mg \tan \theta = mg$ ③

所以油滴在第一象限 $y < h$ 区域做匀速直线运动, $y > h$ 区域做匀速圆周运动, 设 $O \rightarrow A$, $A \rightarrow C$, $C \rightarrow N$ 的运动时间分别为 t_1 , t_2 , t_3 ,

第一象限 $y < h$ 区域由几何关系得: $OA = \frac{h}{\sin \theta}$ ④



$$\text{由对称性得: } t_1 = t_3 = \frac{OA}{v} \quad (5)$$

$$\text{第一象限 } y > h \text{ 区域 } t_2 = \frac{2\theta}{360^\circ} T, \quad T = \frac{2\pi r}{v} \quad (6)$$

$$\text{由牛顿第二定律得: } qvB = m \frac{v^2}{r} \quad (7)$$

$$\text{油滴在第一象限运动的总时间 } t = t_1 + t_2 + t_3 \quad (8)$$

$$\text{解得: } t = \frac{16 + \pi}{5} \text{ s} \quad (9)$$

(3) 由几何关系及对称性可得, 从 $O \rightarrow A$ 、 $C \rightarrow N$ 运动过程中沿 x 方向的位移

$$x_1 = x_3 = \frac{h}{\tan \theta} \quad (10)$$

$$A \rightarrow C \text{ 过程中沿 } x \text{ 轴方向的位移 } x_2 = 2r \sin \theta \quad (11)$$

$$\text{油滴再次穿过 } x \text{ 轴时距离坐标原点 } O \text{ 的距离 } x = x_1 + x_2 + x_3 \quad (12)$$

$$\text{解得: } x = 16 \text{ m, 即油滴第二次穿过 } x \text{ 轴时的坐标为 } (16 \text{ m}, 0) \quad (13)$$

15. 【答案】 (1) 8 V; (2) 0 N; (3) 4.5 J

【解析】 (1) 对棒 ab : 设 $t = 2 \text{ s}$ 时速度大小为 v ,

由法拉第电磁感应定律得:

$$E = BLv \quad (1)$$

由 $v = v_0 + at$ 得:

$$v = at \quad (2)$$

$$\text{解得: } E = 8 \text{ V} \quad (3)$$

(2) 对棒 ab : 设 $t = 2 \text{ s}$ 时拉力沿导轨平面向上, 由牛顿第二定律可得:

$$m_1 g \sin \theta - BIL - F = m_1 a \quad (4)$$

由闭合电路欧姆定律得:

$$I = \frac{E}{2R} \quad (5)$$

$$\text{联立求解得: } F = 0 \text{ N} \quad (6)$$

(3) 设在 $0 \sim 3 \text{ s}$ 内回路产生的总电热为 $Q_{\text{总}}$, NQ 上产生的电热为 Q_{NQ} ,

由电路知识可得:

$$Q_{NQ} = \frac{Q_{\text{总}}}{2} \quad (7)$$

对 ab 棒: 由功能关系可知, 在该段时间内克服安培力所做的功等于电路中产生的焦耳热, 即:

$$Q_{\text{总}} = -W_{\text{安}} \quad (8)$$

设 $t = 3 \text{ s}$ 时 ab 棒速度大小为 v' , 位移为 x ,

由动能定理可得:

$$m_1 g x \sin \theta + W_{\text{安}} + W_{\text{F}} = \frac{1}{2} m_1 v'^2 - 0 \quad (9)$$

对棒 NQ :

由平衡条件可得细线拉力 F_{T} 满足:

$$F_{\text{T}} = m_2 g \sin \theta + BIL \quad (10)$$

设 ab 棒做加速度为 a 的匀加速直线运动, 则有:

$$I = \frac{E}{2R} = \frac{BLat}{2R} \quad (11)$$

由⑩⑪式可得:

$$F_{\text{T}} = mg \sin \theta + \frac{B^2 L^2 a}{2R} t$$

所以图像斜率 $k = \frac{B^2 L^2 a}{2R} = 2$

$$\text{解得 } a = 0.5 \text{ m/s}^2 \quad (12)$$

说明假设成立, ab 做 $a = 0.5 \text{ m/s}^2$ 的匀加速直线运动

由 $v = v_0 + at$ 得:

$$v' = at = 1.5 \text{ m/s} \quad (13)$$

由 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 得

$$x = \frac{1}{2} at_2^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 3^2 \text{ m} = 2.25 \text{ m} \quad (14)$$

$$\text{联立求解得: } Q_{\text{NQ}} = 4.5 \text{ J} \quad (15)$$