



北京市中关村中学2023—2024学年第二学期期中调研 高二物理

2024.4

本试卷共 8 页，共 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将答题卡交回。

第一部分

一、单选题，每题只有 1 个选项符合题意，共 10 个题，每题 3 分，共 30 分

1. 关于电磁波的发现及其应用，下列说法不正确的是

- A. 电磁波可以传递能量和信息，但不能在真空中传播
- B. 赫兹通过实验证明了电磁波的存在
- C. 麦克斯韦建立了经典电磁场理论
- D. 按电磁波的波长或频率大小的顺序把它们排列起来，就是电磁波谱

2. 变压器的铁芯是利用硅钢片叠压而成的，而不是采用一整块硅钢，这是因为

- A. 增大涡流，提高变压器的效率
- B. 减小涡流，提高变压器的效率
- C. 增大铁芯中的电阻，以产生更多的热量
- D. 减小铁芯中的电阻，以减小发热量

3. 如图 3 所示，理想变压器原线圈接在 $u=U_m\sin(\omega t+\varphi)$ 的交流电源上，副线圈接一定值电阻 R ，电流表和电压表均视为理想电表。当开关 S 由 1 端拨到 2 端后，各电表示数的变化情况是

- A. V_1 示数变大
- B. V_2 示数变小
- C. A_1 示数变大
- D. A_2 示数变小

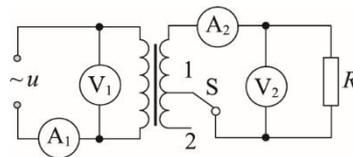
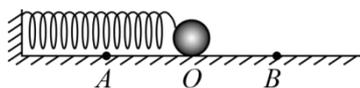


图 3

4. 如图所示，弹簧振子在 A 、 B 之间做简谐运动。以平衡位置 O 为原点，建立 Ox 轴。向右为 x 轴的正方向。若振子位于 B 点时开始计时，则其振动图像为

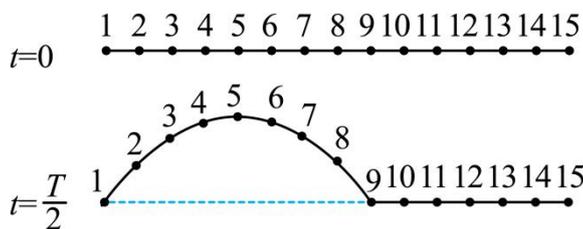


- A.
- B.
- C.
- D.



5. 一条绳子可以分成一个个小段，每小段都可以看做一个质点，这些质点之间存在着相互作用。如图是某绳波形成过程的示意图。质点1在外力作用下沿竖直方向做简谐运动，带动质点2、3、4...各个质点依次振动，把振动从绳的左端传到右端。 $t=T/2$ 时，质点9刚要开始运动。下列说法正确的是

- A. $t=T/2$ 时，质点9开始向下运动
- B. $t=T/2$ 时，质点5加速度方向向上
- C. $t=T/4$ 时，质点5开始向上运动
- D. $t=T/4$ 时，质点3的加速度方向向上

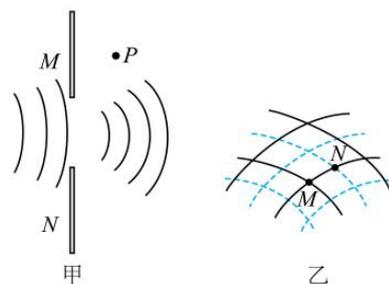


6. 汽车无人驾驶技术已逐渐成熟，最常用的是 ACC 自适应航控制，它可以控制无人车在前车减速时自动减速、前车加速时自动跟上去。其使用的传感器主要有毫米波雷达，该雷达会发射和接收调制过的无线电波，再通过因波的时间差和多勒效应造成的频率变化来测量目标的相对距离和相对速度。若该雷达发射的无线电波的频率为 f ，接收到的回波的频率为 f' ，则

- A. 当 $f=f'$ 时，表明前车与无人车速度相同
- B. 当 $f=f'$ 时，表明前车一定处于静止状态
- C. 当 $f'>f$ 时，表明前车在加速行驶
- D. 当 $f'<f$ 时，表明前车在减速行驶

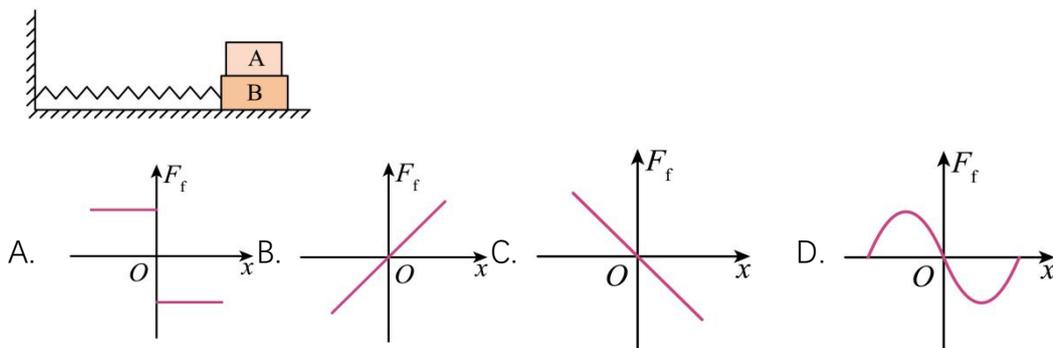
7. 干涉和衍射都是波特有的现象。图甲为水波的衍射实验，挡板 M 是固定的，挡板 N 可以上下移动。图乙为两列频率相同的横波相遇时某一时刻的情况，实线表示波峰，虚线表示波谷。下列说法正确的是

- A. 甲图中不管挡板 N 处于什么位置，水波都能发生明显的衍射现象
- B. 甲图中挡板 N 向下移动少许，水波衍射现象更加明显
- C. 乙图中 M 点是振动加强点
- D. 乙图中 M 点的位移不可能为零



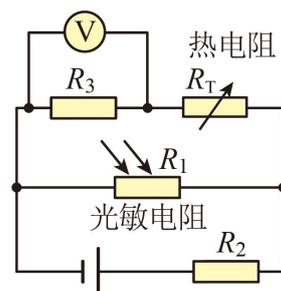


8. 如图所示, A 、 B 两物体组成弹簧振子做简谐运动, 在振动过程中 A 、 B 始终保持相对静止, 图中能正确反映振动过程中 A 受的摩擦力 F_f 与振子位移 x 关系的图线是

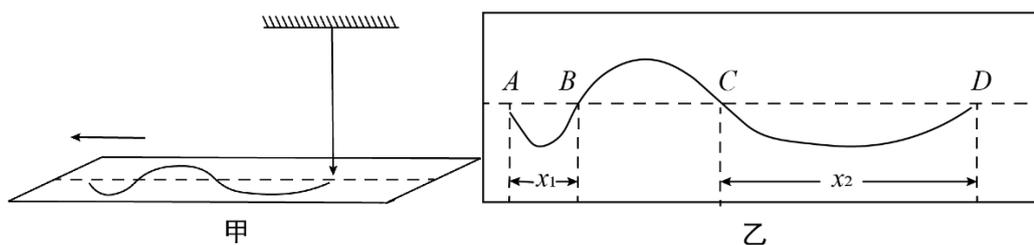


9. 如图所示, R_t 为金属热电阻, R_1 为光敏电阻, R_2 和 R_3 均为定值电阻, 电源电动势为 E , 内阻为 r , V 为理想电压表, 现发现电压表示数增大, 可能的原因是

- A. 金属热电阻温度升高, 其他条件不变
- B. 金属热电阻温度降低, 光照减弱, 其他条件不变
- C. 光照增强, 其他条件不变
- D. 光照增强, 金属热电阻温度升高, 其他条件不变



10. 用图甲所示的装置可以测量物体做匀加速直线运动的加速度, 用装有墨水的小漏斗和细线做成单摆, 水平纸带中央的虚线在单摆平衡位置的正下方。物体带动纸带一起向左运动时, 让单摆小幅度前后摆动, 于是在纸带上留下如图所示的径迹。图乙为某次实验中获得的纸带的俯视图, 径迹与中央虚线的交点分别为 A 、 B 、 C 、 D , 用刻度尺测出 A 、 B 间的距离为 x_1 ; C 、 D 间的距离为 x_2 。已知单摆的摆长为 L , 重力加速度为 g , 则此次实验中测得的物体的加速度为



- A. $\frac{(x_2 - x_1)g}{\pi^2 L}$
- B. $\frac{(x_2 - x_1)g}{2\pi^2 L}$
- C. $\frac{(x_2 - x_1)g}{4\pi^2 L}$
- D. $\frac{(x_2 - x_1)g}{8\pi^2 L}$



二、不定项选择题（本题共 4 小题，每小题 3 分，共 12 分。在每小题给出的四个选项中，至少有一个选项符合题意，全部选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，有错选的不得分）

11. 如图甲所示为某品牌手机的无线充电器，其工作原理简化后如图乙所示。将交流电（电流随时间按正弦规律变化）接入送电线圈，手机电池通过转换电路连接受电线圈，将手机放在送电线圈上方即可对电池充电。关于无线充电的以下说法正确的是

A. 该原理是应用了电磁感应

B. 充电器工作时辐射出电磁波

C. 受电线圈内产生的是恒定电流

D. 若将恒定电流接入送电线圈，也可以对手机充电



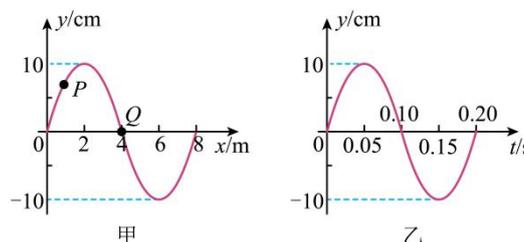
12. 图甲为一列简谐横波在 $t = 0.10\text{s}$ 时刻的波形图， P 是平衡位置为 $x = 1\text{m}$ 处的质点， Q 是平衡位置为 $x = 4\text{m}$ 处的质点，图乙为质点 Q 的振动图像。则下列说法正确的是

A. 该机械波向 x 轴正方向传递

B. 该机械波的速度为 40m/s

C. 从 $t = 0.10\text{s}$ 到 $t = 0.25\text{s}$ ，质点 P 通过的路程为 30cm

D. 在 $t = 0.15\text{s}$ 时，质点 P 的加速度方向沿 y 轴负方向



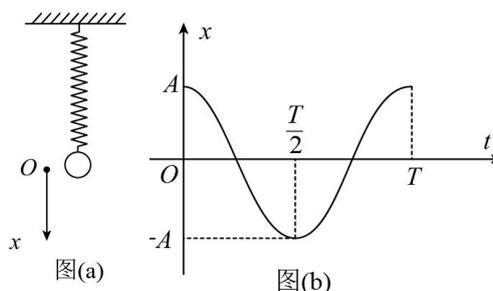
13. 如图 (a) 所示，轻质弹簧上端固定，下端连接质量为 m 的小球，构成竖直方向的弹簧振子。取小球平衡位置为 x 轴原点，竖直向下为 x 轴正方向，设法让小球在竖直方向振动起来后，小球在一个周期内的振动曲线如图 (b) 所示，若 $\frac{T}{2}$ 时刻弹簧弹力为 0，重力加速度为 g ，则有

A. 0 时刻弹簧弹力大小为 $2mg$

B. 弹簧劲度系数为 $\frac{2mg}{A}$

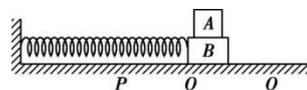
C. $\frac{T}{4} - \frac{3T}{4}$ 时间段，回复力冲量为 0

D. $\frac{T}{2} - T$ 时间段，小球动能与重力势能之和减小





14. 如图所示, 物体 A 放置在物体 B 上, B 与一轻弹簧相连, 两物体一起在光滑水平面上以 O 点为平衡位置做简谐运动, 所能到达相对于 O 点的最大位移处分别为 P 点和 Q 点, 运动过程中 A 、 B 之间无相对运动。已知弹簧的劲度系数为 k , 系统的振动周期为 T , 弹簧始终处于弹性限度内。下列说法中正确的是



- A. 物体 B 从 P 向 O 运动的过程中, 弹簧的弹性势能逐渐变小
- B. 物体 B 处于 P 、 O 之间某位置时开始计时, 经 $\frac{T}{2}$ 时间, 物体 B 一定运动到 O 、 Q 之间
- C. 物体 B 的速度为 v 时开始计时, 每经过 T 时间, 物体 B 的速度仍为 v
- D. 当物体 B 相对平衡位置的位移大小为 x 时, A 、 B 间摩擦力的大小等于 kx

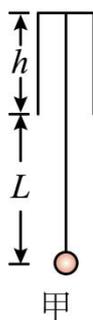
第二部分

三、实验题 (本大题共 2 小题, 每空 2 分, 共 16 分)

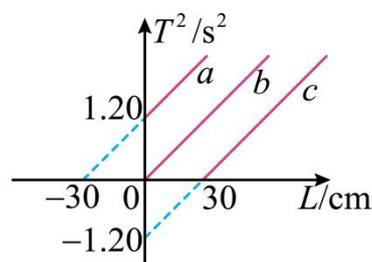
15. 将一单摆装置竖直悬挂于某一深度为 h (未知)

且开口向下的小筒中 (单摆的下半部分露于筒外), 如图甲所示, 将悬线拉离平衡位置一个小角度后由静止释放, 设单摆摆动过程中悬线不会碰到筒壁。

如果本实验的长度测量工具只能测量出筒的下端口到摆球球心的距离 L , 并通过改变 L 而测出对应的



甲



乙

摆动周期 T , 再以 T^2 为纵轴、 L 为横轴作出其关系图像, 那么就可以通过此图像得出小筒的深度 h 和当地的重力加速度 g 。

(1) 测量单摆的周期时, 某同学在摆球某次通过最低点时按下停表开始计时, 同时数“1”, 当摆球第二次通过最低点时数“2”, 依此法往下数, 当他数到“59”时, 按下停表停止计时, 读出这段时间 t , 则该单摆的周期 T 为 ()

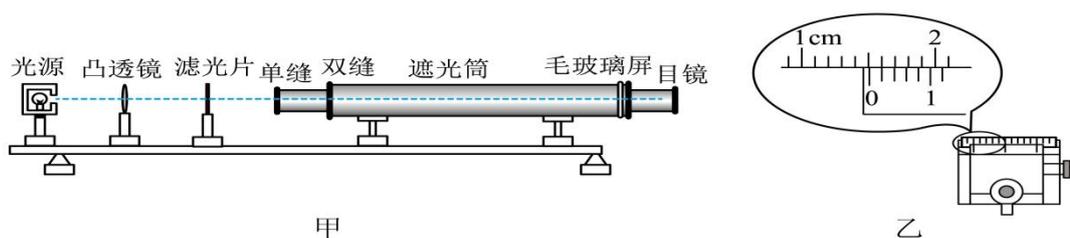
- A. $\frac{t}{29}$
- B. $\frac{t}{29.5}$
- C. $\frac{t}{30}$
- D. $\frac{t}{59}$

(2) 若不考虑实验误差的影响, 根据实验数据, 得到的 $T^2 - L$ 关系图线应该是图乙中 a 、 b 、 c 中的_____条 (选填 a 、 b 、或者 c)。

(3) 根据图线可求得当地的重力加速度 $g =$ _____ m/s^2 (π 取 3.14, 结果保留 3 位有效数字)。



16. 现用如图甲所示双缝干涉实验装置来测量光的波长。

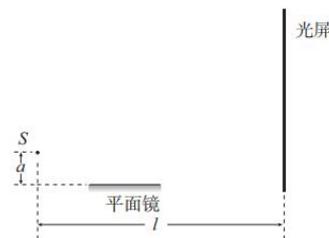


(1) 在组装仪器时单缝和双缝应该相互_____放置（选填“垂直”或“平行”）；

(2) 已知测量头主尺的最小刻度是毫米，副尺上有 50 分度。某同学调整手轮使测量头的分划板中心刻线与某亮纹中心对齐，并将该亮纹定为第 1 条亮纹，此时测量头上游标卡尺的读数为 1.16mm；接着同方向转动手轮，使分划板中心刻线与第 6 条亮纹中心对齐，此时测量头上游标卡尺的示数如图乙所示，则读数为_____mm，已知双缝间距 $d = 2.00 \times 10^{-4} \text{m}$ ，测得双缝到毛玻璃屏的距离 $L = 0.800 \text{m}$ ，所测光的波长 $\lambda =$ _____nm；（保留 3 位有效数字）

(3) 该实验并未直接测量相邻亮条纹间的距离 Δx ，而是先测量 n 个条纹的间距再求出 Δx ，这样做的理由是_____。

(4) 埃镜实验的基本装置如图所示， S 为单色光源。 S 发出的光直接照在光屏上，同时 S 发出的光还通过平面镜反射在光屏上。从平面镜反射的光相当于 S 在平面镜中的虚像发出的，这样就形成了两个一样的相干光源。设光源 S 到平面镜的距离和到光屏的距离分别为 a 和 L ，光的波长为 λ 。写出相邻两条亮纹（或暗纹）间距离 Δx 的表达式_____。



四、计算题，写清楚必要的计算过程（17 题 9 分，18 题 10 分，19 题 11 分，20 题 12 分）

17. 如图 17 所示，交流发电机的矩形金属线圈 $abcd$ 的边长 $ab=cd=40\text{cm}$ ， $bc=ad=20\text{cm}$ ，匝数 $n=100$ ，线圈的总电阻 $r=6\ \Omega$ ，线圈位于磁感应强度 $B=0.04\text{T}$ 的匀强磁场中，线圈平面与磁场方向平行。线圈的两个末端分别与两个彼此绝缘的铜环 E 、 F （集流环）焊接在一起，并通过电刷与阻值 $R=90\ \Omega$ 的定值电阻连接。现使线圈绕过 bc 和 ad 边中点、且垂直于磁场的转轴 OO' 以角速度 $\omega=300\text{rad/s}$ 匀速转动。电路中其他电阻以及线圈的自感系数均可忽略不计。

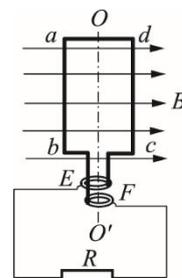


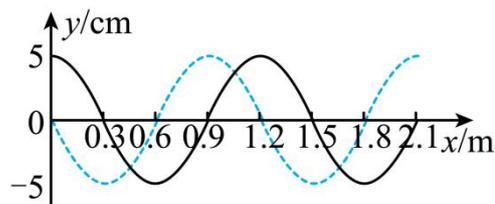
图 17

- (1) 从线圈经过图示位置开始计时，写出线圈电动势瞬时值的表达式；
- (2) 求通过电阻 R 的电流有效值 I ；
- (3) 求线圈转动 1min 电阻 R 上产生的热量 Q



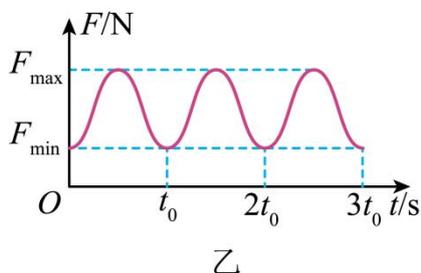
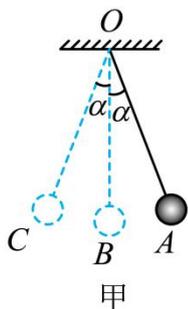
18. 实线和虚线分别是沿 x 轴传播的一列简谐横波在 $t_1=0$ 和 $t_2=0.06\text{s}$ 时刻的波形图。已知在 $t=0$ 时刻， $x=1.5\text{m}$ 处的质点向 y 轴正方向运动。

- (1) 判断该波的传播方向；
- (2) 求该波的最小频率；
- (3) 若 $3T < 0.06\text{s} < 4T$ ，求该波的波速大小



19. 同学利用力传感器测量当地的重力加速度大小，在单摆的悬点 O 处接一个力传感器（未画出），将小球（可视为质点）拉到 A 点后释放。小球在竖直平面内的 A 、 C 之间来回摆动。由力传感器测出细线对摆球的拉力大小随时间 t 变化的曲线（如图乙），已知 B 点为运动过程中的最低点，小球质量为 m ，摆长为 L ，摆角为 α ($\alpha < 5^\circ$)， F 随时间变化的周期为 t_0 ，求：

- (1) 当地重力加速度 g 的大小；
- (2) 力传感器测出的细线对摆球的拉力 F 的最大值 F_{max} ；
- (3) 另一同学通过自制单摆测量重力加速度，他利用细线和和铁锁制成一个单摆，计划利用手机的秒表计时功能和卷尺完成实验。但铁锁的重心未知，不容易确定准确的摆长。请帮助该同学设计一个方案来测量当地的重力加速度，并写出重力加速度的计算式（需要测量的物理量请加以说明）。





20. 半导体内导电的粒子——“载流子”有两种：电子和空穴（空穴可视为能移动的带正电的粒子），每个载流子所带电量的绝对值均为 e 。

如图 22 所示，将一块长为 a 、宽为 b 、厚为 c 的长方体半导体样品板静止放置，沿 x 轴方向施加一匀强电场，使得半导体样品板静止放置，沿 x 轴方向施加一匀强电场，使得半导体

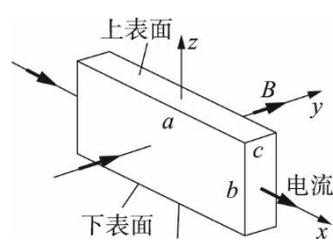


图 20-1

体中产生沿 x 轴正方向的恒定电流，之后沿 y 轴正方向施加磁感应强度大小为 B 的匀强磁场，很快会形成一个沿 z 轴负方向的稳定电场，称其为霍尔电场。

- (1) 若样品板中只存在一种载流子，测得与 z 轴垂直的两个侧面（图 22 中“上表面”和“下表面”）之间电势差为 U_H ，求霍尔电场的电场强度大小 E_H 。
- (2) 现发现一种新型材料制成的样品板中同时存在电子与空穴两种载流子，单位体积内电子和空穴的数目之比为 ρ 。电子和空穴在半导体中定向移动时受到材料的作用可以等效为一个阻力，假定所有载流子所受阻力大小正比于其定向移动的速率，且比例系数相同。
 - a. 请在图 20-2（图 20-1 的样品板局部侧视图）中分别画出刚刚施加磁场瞬间，电子和空穴所受洛伦兹力的示意图。

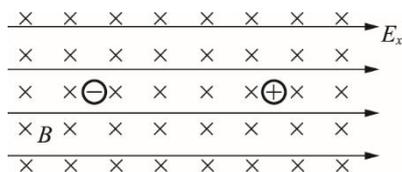


图 20-2

- b. 在霍尔电场稳定后（即图 22 中“上表面”和“下表面”积累的电荷量不再改变），电子和空穴沿 x 方向定向移动的速率分别为 v_1 和 v_2 。关于电子和空穴沿 z 轴方向的运动情况，某同学假设了模型：电子和空穴仍沿 z 轴方向做定向移动。请依据受力和电荷守恒等基本规律，请计算电子与空穴沿 z 方向定向移动的速率 v_1' 和 v_2' 之比。
- c. 在（2）b 基础上，求霍尔电场稳定后电场强度大小 E_z 。



北京市中关村中学2023—2024学年第二学期期中练习

高二物理试卷参考答案及评分标准

2024. 4

第一部分 选择题

一、单选题，每题只有1个选项符合题意，共10个题，每题3分，共30分

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	A	B	C	A	C	A	C
题号	8	9	10				
答案	C	B	B				

二、多选题，共4个题，每题3分，共12分，错选不得分，漏选得2分

题号	11	12	13	14
答案	AB	BD	AD	ABC

第二部分 非选择题（共58分）

15. (6分) (1) A (2) a (3) 9.86

16. (10分) (1) 平行 (2) ①. 15.02 ②. 693

(3) 利用累积法求平均值的方法减小偶然误差 (4) $\Delta x = \frac{L}{2a} \lambda$ 17. (9分) (1) 线圈产生感应电动势的最大值 $E_m = nB\omega ab \cdot bc$ (1分)得 $E_m = 96\text{V}$ (1分)

线圈经过图示位置开始计时，线圈内的电动势瞬时值的表达式

$$e = E_m \cos \omega t = 96 \cos 300t \text{ V} \quad (1 \text{分})$$

(2) 根据闭合电路欧姆定律可知，线圈中感应电流的最大值

$$I_m = \frac{E_m}{R+r} \quad (1 \text{分})$$

通过电阻 R 的电流的有效值 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ (1分)得 $I = 0.71\text{A}$ (1分)(3) 电阻 R 上产生的热量 $Q = I^2 R t$ (2分)得 $Q = 2.7 \times 10^3 \text{J}$ (1分)



18. (10分) (1) 由题意可知在 $t=0$ 时刻, $x=1.5\text{m}$ 处的质点向 y 轴正方向运动, 则该波向 x 轴正方向传播. (2分)

(2) 因波的传播具有周期性, 设波的周期为 T , $t_2=0.06\text{s}$ 时刻, 则有(下列各式中 $n=0, 1, 2\dots$)

$$(n + \frac{3}{4})T = 0.06\text{s} \quad (1\text{分}) \quad \text{得 } T = \frac{0.24}{4n+3}\text{s} \quad (1\text{分}) \quad \text{则 } f = \frac{1}{T} = \frac{4n+3}{0.24}\text{Hz} \quad (1\text{分})$$

当 $n=0$ 时, f 最小为 $f_{\min} = \frac{3}{0.24}\text{Hz} = 12.5\text{Hz}$ (1分)

(3) 法一: 由 $3T < 0.06\text{s} < 4T$, 则 $(n + \frac{3}{4})T = 0.06\text{s}$ (1分) 中 $n=3$ (1分)

所以 $T = 0.016\text{s}$ (1分)

所以
$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1.2}{0.016}\text{m/s} = 75\text{m/s} \quad (1\text{分})$$

法二: 由 $3T < 0.06\text{s} < 4T$ 知, $n=3$, 则波在 0.06s 内传播距离为

$$x = (3 + \frac{3}{4})\lambda = 4.5\text{m}$$

所以
$$v = \frac{x}{t} = \frac{4.5}{0.06}\text{m/s} = 75\text{m/s}$$

19. (11分) (1) 平衡位置处, 细线对摆球的拉力最大, 单摆一周内经过两次平衡位置, 单摆的周期为

$$T = 2t_0 \quad (1\text{分})$$

根据单摆周期公式

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1\text{分})$$

解得当地重力加速度的大小为

$$g = \frac{\pi^2 L}{t_0^2} \quad (1\text{分})$$

(2) 摆球在最低点, 根据牛顿第二定律有

$$F_{\max} - mg = m\frac{v^2}{L} \quad (1\text{分})$$



根据动能定理有

$$mgL(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1 \text{ 分})$$

力传感器测出的细线对摆球的拉力 F 的最大值为

$$F_{\max} = (3 - 2 \cos \alpha)mg \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 不容易确定准确的摆长，但可以通过多次改变摆线的长度，测量对应的周期，获得较准确的重力加速度。具体做法：设摆线下端距重心 x ，第一次测出摆线长 l_1 ，则摆长为

$$L_1 = l_1 + x \quad (1 \text{ 分})$$

测出对应的周期 T_1 ，仅改变摆线长，第二次测出摆线长 l_2 ，则摆长为

$$L_2 = l_2 + x \quad (1 \text{ 分})$$

测出对应的周期 T_2 ，根据

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}}, \quad (1 \text{ 分}) \quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g}} \quad (1 \text{ 分})$$

测得的重力加速度为

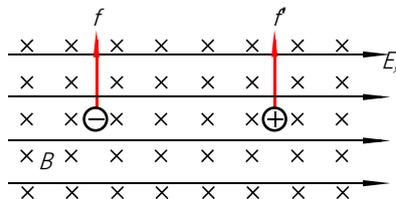
$$g = \frac{4\pi^2(l_2 - l_1)}{T_2^2 - T_1^2} \quad (1 \text{ 分})$$

20. (12分) (1)“上表面”和“下表面”之间的距离为 b

霍尔电场的电场强度 $E_H = \frac{U_H}{b} \quad (2 \text{ 分})$

(2) a. 见答图 3

(2分)



答图 3

b. 设单位体积内电子的数目为 n_1 ，单位体积内空穴的数目为 n_2 ，

由题意可知 $n_1:n_2 = \rho \quad (1 \text{ 分})$



当霍尔电场稳定时，在一段时间 Δt 内，到达上表面的所有电子的总电荷量与空穴的总电荷量必须相等，即

$$n_1 v_1' \Delta t \cdot ac = n_2 v_2' \Delta t \cdot ac \quad (2 \text{ 分})$$

得
$$\frac{v_1'}{v_2'} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\rho} \quad (2 \text{ 分})$$

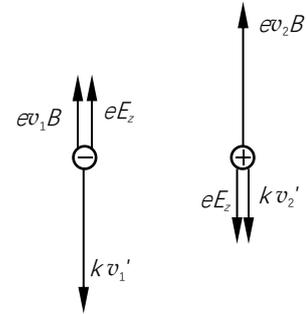
c. 电子和空穴沿 z 方向受力情况如答图 4 所示

电子沿 z 方向受力 $ev_1 B + eE_z = kv_1'$ ① (1 分)

空穴沿 z 方向受力 $ev_2 B = kv_2' + eE_z$ ② (1 分)

联立①②，结合 (2) b 结果可得

$$E_z = \frac{B(v_2 - \rho v_1)}{1 + \rho} \quad (1 \text{ 分})$$



答图 4