

## 物理参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
答案	D	A	A	C	C	D	A	ABC	BD	BD	BC

一、单项选择题(本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。每小题给出的四个选项中,只有一个选项是符合题目要求的)

1. D **【解析】**看 3D 电影时需要戴特制的眼镜,这是利用了光的偏振现象,故 A 错误;牛顿环属于光的干涉现象,故 B 错误;水中的气泡看起来特别明亮是因为光从水中射向气泡时(即从光密介质射向光疏介质)一部分光在界面上发生了全反射,故 C 错误;光纤通信是一种现代通信手段,光纤内芯的折射率比外壳的大,使光能够在内芯与外壳的界面处发生全反射,故 D 正确。故选 D。
2. A **【解析】**根据爱因斯坦光电效应方程  $E_{\text{km}}=h\nu-W$ ,得知该图线的斜率表示普朗克常量  $h$ ,故选项 A 正确;根据爱因斯坦光电效应方程  $E_{\text{km}}=h\nu-W=h\nu-h\nu_0$ ,可知  $E_{\text{km}}-\nu$  图像的横轴的截距大小等于截止频率,由图知该金属的截止频率为  $4.29 \times 10^{14}$  Hz,逸出功为  $W=h\nu_0=6.63 \times 10^{-34} \times 4.29 \times 10^{14}$  J  $\approx 2.84 \times 10^{-19}$  J  $\approx 1.78$  eV,故选项 BC 错误;用  $n=4$  能级的氢原子跃迁到  $n=3$  能级时所辐射的光子能量为  $\Delta E=E_4-E_3=0.66$  eV  $< 1.78$  eV,所辐射的光照射该金属不能使该金属发生光电效应,故选项 D 错误。故选 A。
3. A **【解析】**根据  $\Delta v=a\Delta t$ ,可知  $a-t$  图像与坐标轴围成面积表示速度变化量,可知手机在  $t_1$  时刻速度为正,还没有到最高点,故 B 错误;根据  $\Delta v=a\Delta t$ ,可知  $a-t$  图像与坐标轴围成面积表示速度变化量,可知手机在  $t_2$  时刻前后速度均为正,运动方向没有发生改变,故 C 错误;由图可知  $t_1 \sim t_2$  时间加速度向上不断减小,根据牛顿第二定律得  $N-mg=ma$ ,则  $N=mg+ma$ ,可知  $t_1 \sim t_2$  时刻支持力不断减小, $t_2 \sim t_3$  时间内加速度向下,不断增大,根据牛顿第二定律得  $mg-N=ma'$ ,得  $N=mg-ma'$ ,可得支持力还是不断减小,故 D 错误;由图可知,手机的加速度某一段时间内等于重力加速度,则手机与手掌没有力的作用,手机可能离开过手掌,故 A 正确。故选 A。
4. C **【解析】**根据对称性可知 1、2、3 三处点电荷在 O 点产生的电场强度大小相等,根据电场强度的叠加法则可得 O 点的电场强度大小为 0,故 A 错误;O 点到金属小球的距离均为  $\frac{L}{\sqrt{3}}$ ,A 点到金属小球 3 的距离为  $\frac{\sqrt{3}L}{2}$ ,根据电势叠加原则,A、O 两点的电势分别为  $\varphi_A=k\frac{q}{L} \times 2+k\frac{q}{\frac{\sqrt{3}L}{2}}=\left(4+\frac{2\sqrt{3}}{3}\right)k\frac{q}{L}$ , $\varphi_O=k\frac{q}{L} \times 3=3\sqrt{3}k\frac{q}{L}$ ,则 A、O 两点电势不论在  $L$  取何值时都不可能相等,故 B 错误;1 电荷在电场中的电势能  $E_{p1}=(\varphi_2+\varphi_3)q=k\frac{2q^2}{L}$ ,同理可得 2 和 3 电荷在电场中电势能  $E_{p2}=E_{p3}=k\frac{2q^2}{L}$ ,故整个系统电势能为  $E_p=\frac{E_{p1}+E_{p2}+E_{p3}}{2}=k\frac{3q^2}{L}$ ,故 C 正确,D 错误。
5. C **【解析】** $S_1$ 、 $S_2$  闭合时,副线圈电路的阻值  $R_{\text{副}}=\frac{R \cdot \frac{R}{2}}{R+\frac{R}{2}}=\frac{R}{3}$ ,则 AB 的等效电阻  $R_{AB}=\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_{\text{副}}=3R$ ,那么此时流过灯泡的电流  $I=\frac{U_{\text{有效}}}{R+R_{AB}}=0.5$  A,A 错误;灯泡正常发光的功率为  $P=I^2 R=27.5$  W,B 错误; $P$  顺时针转动, $n_2$  减少,则  $\frac{n_1}{n_2}$  变大, $R_{AB}$  变大,则流过灯泡  $L_1$  的电流变小,灯泡  $L_1$  一定变暗,C 正确;断开  $S_1$ ,闭合  $S_2$ ,则有  $R_{AB}=\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_0$ , $P$  逆时针转动, $n_2$  增多,则  $\frac{n_1}{n_2}$  变小, $R_{AB}$  由  $\frac{9}{2}R$  可减小到  $\frac{1}{2}R$ ,讨论  $R_0$  的功率变化时,可将灯泡  $L_1$  的电阻  $R$  看作电源的“等效内阻”,当  $R_{AB}=R$  时, $R_0$  的电功率最大,D 错误。故选 C。
6. D **【解析】**线框左边切割磁感线相当于电源,由右手定则可知,其下端为正极,同理线框右边其上端为正极,则感应电流方向为逆时针,回路中产生感应电动势为  $E=2BL \cdot \frac{1}{3}v+3BL \cdot \frac{1}{3}v=\frac{5}{3}BLv$ ,感应电流为  $I=\frac{E}{R}=\frac{\frac{5}{3}BLv}{8Lr}=\frac{5Bv}{24r}$ ,此时线框所受安培力为  $F=2BIL+3BIL=\frac{25B^2Lv}{24r}$ ,所以 A 错误;由动量定理有  $-(2BLI\Delta t+3BLI\Delta t)=8Lm\left(\frac{1}{3}v\right)-8Lmv$ , $q=I\Delta t$ ,联立解得  $q=\frac{16mv}{15B}$ ,所以 B 错误;此过程中通过线框磁通量的变化量为  $\Delta\Phi=(3B \cdot 2L^2-2B \cdot L^2)-(-2B \cdot 3L^2)=10BL^2$ ,此过程中通过线框截面的电量为  $q=\frac{\Delta\Phi}{R}$ ,联立解得  $q=\frac{5BL}{4r}$ ,则  $8Lmv=\frac{75B^2L^2}{8r}$ ,当线框全部进入右侧磁场时有  $\Delta\Phi'=(3B \cdot 3L^2)-(-2B \cdot 3L^2)=15BL^2$ ,此过程中通过线框截面的电量为  $q'=\frac{\Phi'}{R}$ ,联立解得  $q'=\frac{15BL}{8r}$ ,由动量定理有  $-(2BLI'\Delta t+3BLI'\Delta t)=8Lmv'-8Lmv$ , $q'=I'\Delta t$ ,联立解得  $v'=0$ ,所以 D 正确;此过程中线框产生的焦耳热为  $Q=\frac{1}{2} \times 8Lmv^2-\frac{1}{2} \times 8Lm\left(\frac{1}{3}v\right)^2=\frac{32}{9}Lmv^2$ ,所以 C 错误;故选 D。



7. A 【解析】解法一:设每秒每平方米可获得太阳光子数为  $N$ , 太阳光的频率为  $\nu$ , 平均波长为  $\lambda$ , 则每秒每平方米可获得太阳光能为  $E = Nh\nu$ , 每个光子的动量为  $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$ , 由于光子射到光帆上后全部原速率反射, 设 1 s 内每平方米光子受到的作用力为  $F$ , 以反射方向为正方向, 由动量定理可得  $Ft = N[p' - (-p)] = 2Np$ , 整理可得  $F = \frac{2E}{c}$ , 根据牛顿第三定理可知, 1 s 内整个面积为  $S$  的薄膜光帆上受到光子的合力为  $F' = FS = \frac{2ES}{c}$ , 故根据牛顿第二定律可得, 探测器的加速度  $a$  为  $a = \frac{F'}{m} = \frac{2ES}{mc}$ , 故选 A。

解法二:在时间  $\Delta t$  内与薄膜光帆碰撞的太阳光子质量  $\Delta m = \frac{SE\Delta t}{c^2}$ , 薄膜光帆对这些光的冲量  $F\Delta t = \Delta m \cdot 2c \Rightarrow F = \frac{2SE}{c}$ , 根据牛顿第三定理可知, 1 s 内整个面积为  $S$  的薄膜光帆上受到光子的合力为  $F' = F = \frac{2ES}{c}$ , 故根据牛顿第二定律可得, 探测器的加速度  $a$  为  $a = \frac{F'}{m} = \frac{2ES}{mc}$ 。

二、多项选择题(本题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 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, 有选错的得 0 分)

8. ABC 【解析】航天器围绕行星做匀速圆周运动, 由牛顿第二定律有  $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ,  $r = \frac{R}{\sin \theta}$ , 解得  $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2 \sin^3 \theta}$ , 故 A 正确; 行星的平均密度为  $\rho = \frac{M}{V}$ ,  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ , 联立可得  $\rho = \frac{3\pi}{GT^2 \sin^3 \theta}$ , 故 B 正确; 根据黄金代换, 可得行星表面的重力加速度  $\frac{GMm}{R^2} = mg$ , 解得  $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{4\pi^2 R}{T^2 \sin^3 \theta}$ , 故 C 正确; 行星的第一宇宙速度设为  $v_1$ , 则有  $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{v_1^2}{R}$ , 解得  $v_1 = \frac{2\pi R}{T} \sqrt{\frac{1}{\sin^3 \theta}}$ , 故 D 错误。故选 ABC。

9. BD 【解析】根据频率、波速、波长的关系有  $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1 \times 10^{-2}} \text{ Hz} = 3.4 \times 10^4 \text{ Hz}$ , 故 A 错误; 根据小水珠受力可知, 小水珠悬浮时, 受到的声波压力竖直向上, 故 B 正确; 质点只能在平衡位置附近振动, 不会随波传播方向迁移, 故 C 错误; 拔出铁芯, 自感线圈的自感系数  $L$  减小,  $LC$  振荡电路的周期减小, 频率变大, 超声波频率变大, 波长变短, 相同空间距离内节点个数变多, 故 D 正确。故选 BD。

10. BD 【解析】根据题意, 由图乙可知, 木块初状态的机械能全部为动能, 大小为  $3E_0$ , 末状态动能为 0, 机械能全部为重力势能, 大小为  $2E_0$ , 由上述分析可知, 木块的重力势能增加了  $2E_0$ , 由功能关系可知, 克服重力做功为  $2E_0$ , 设木块的重力大小为  $G$ , 由公式  $W = Fx$  可得  $Gx_0 \sin 30^\circ = 2E_0$ , 解得  $G = \frac{4E_0}{x_0}$ , 故 AC 错误; 根据题意可知, 除重力做功外, 只有摩擦力做功, 设摩擦力大小为  $f$ , 由功能关系有  $fx_0 = 3E_0 - 2E_0$ , 解得  $f = \frac{E_0}{x_0}$ , 又有  $f = \mu G \cos 30^\circ$ , 解得  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{6}$ , 故 BD 正确; 故选 BD。

11. BC 【解析】设磁场方向与水平方向夹角为  $\theta_1$ ,  $\theta_1 < 90^\circ$ ; 当导体棒加速且加速度最大时, 合力向右最大, 根据左手定则和受力分析可知安培力应该斜向右上方, 磁场方向斜向右下方, 此时有  $F \sin \theta_1 - \mu(mg - F \cos \theta_1) = ma_1$ , 令  $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}}$ ,  $\sin \alpha = \frac{\mu}{\sqrt{1+\mu^2}}$ , 根据数学知识可得  $F(\sqrt{1+\mu^2}) \sin(\theta_1 + \alpha) = \mu mg + ma_1$ , 则有  $\sin(\theta_1 + \alpha) = \frac{\mu mg + ma_1}{F(\sqrt{1+\mu^2})} \leq 1$ , 同理磁场方向与水平方向夹角为  $\theta_2$ ,  $\theta_2 < 90^\circ$ , 当导体棒减速, 且加速度最大时, 合力向左最大, 根据左手定则和受力分析可知安培力应该斜向左下方, 磁场方向斜向左上方, 此时有  $F \sin \theta_2 + \mu(mg + F \cos \theta_2) = ma_2$ , 有  $F(\sqrt{1+\mu^2}) \sin(\theta_2 + \alpha) = ma_2 - \mu mg$ , 所以有  $\sin(\theta_2 + \alpha) = \frac{ma_2 - \mu mg}{F(\sqrt{1+\mu^2})} \leq 1$ , 当加速或减速加速度分别最大时, 不等式均取等于, 联立可得  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$ , 代入  $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\mu^2}}$ , 可得  $\alpha = 30^\circ$ , 此时  $\theta_1 = \theta_2 = 60^\circ$ , 加速阶段加速度大小最大时, 磁场方向斜向右下方, 有  $\theta = \theta_1 = 60^\circ$ , 减速阶段加速度大小最大时, 磁场方向斜向左上方, 有  $\theta = 180^\circ - \theta_2 = 120^\circ$ , 故 BC 正确, AD 错误。故选 BC。

三、实验题(12 题 6 分, 13 题 10 分)

12. (6 分)(1) AC(1 分) (2) 10.9(1 分) 624(620~628 均可)(2 分) (3) 大于(2 分)

【解析】(1) 该实验中若照在毛玻璃屏上的光很弱或不亮, 可能是因为光源、单缝、双缝与遮光筒不共轴所致, 故 A 正确; 为获取两个单色线光源, A 处应为单缝、B 处应为双缝, 滤光片在凸透镜和 A 之间, 故 C 正确; 若增加从目镜中观察到的条纹个数, 则条纹间距  $\Delta x$  将减小, 根据相邻亮条纹间的距离为  $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$  可知, 使用间距更小的双缝, 即  $d$  减小, 会使条纹间距  $\Delta x$  变大, 故 D 错误。

(2) 该游标卡尺的精度为 0.1 mm, 则在 A 位置时游标卡尺读数为  $x_A = 10 \text{ mm} + 9 \times 0.1 \text{ mm} = 10.9 \text{ mm}$ ,  $\Delta x = \frac{15.6 - 10.9}{6} \text{ mm} = 0.78 \text{ mm}$ , 由  $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$  可得所测单色光的波长为  $\lambda = \frac{d \cdot \Delta x}{L} = \frac{4 \times 10^{-4} \times 7.8 \times 10^{-4}}{0.5} \text{ m} = 6.24 \times 10^{-7} \text{ m} = 624 \text{ nm}$ 。

(3) 若某次实验观察到的干涉条纹与分划板的中心刻线不平行, 在这种情况下测量相邻条纹间距  $\Delta x$  时, 将导致测量值  $\Delta x$  大于实际值, 由  $\lambda = \frac{d \cdot \Delta x}{L}$  可知,  $\lambda$  的测量值也将大于实际值。

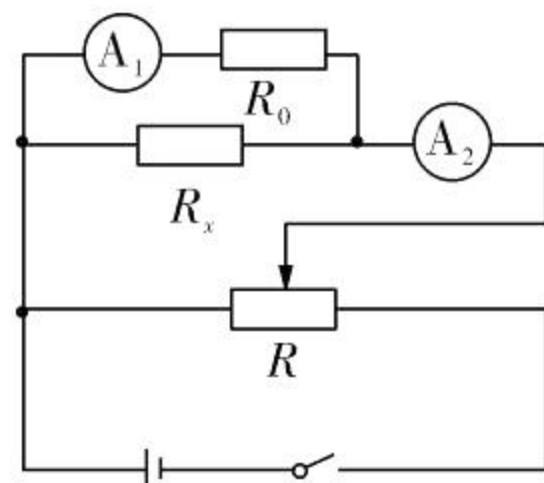


13. (10分)(1)  $\times 1 \Omega$  (2分) 12 或 12.0 (2分) (2) 见解析图 (3分) (3)  $\frac{I_1(R_g+R_0)}{I_2-I_1}$  (3分)

【解析】(1) 用多用电表粗测金属棒的阻值: 当用“ $\times 10 \Omega$ ”挡时发现指针偏转角度过大, 即偏向 0 刻度线, 所以示数偏小, 要增大示数则要倍率减小换成“ $\times 1 \Omega$ ”的倍率; 电阻为  $R=12.0 \times 1 \Omega=12.0 \Omega$ 。

(2) 由于题目中给出电压表量程太小, 不可能使电流表的示数超过满刻度的一半, 可用电流表  $A_1$  与  $R_0$  串联后组成电压表, 为多测几组数据, 滑动变阻器采用分压接法, 设计的电路图如图所示。

(3) 由电路连接及欧姆定律可求出金属棒的电阻为  $R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{I_1(R_g+R_0)}{I_2-I_1}$ 。



四、解答题 (14 题 10 分, 15 题 12 分, 16 题 14 分)

14. (10分) 【解析】(1) 对右管中的气体研究, 初始时

$p_1 = p_0 = 75 \text{ cmHg}$  ..... 1分

$V_1 = 30S$

末状态时体积

$V_2 = (30-5)S = 25S$  ..... 1分

根据玻意尔定律  $p_1 V_1 = p_2 V_2$  ..... 2分

解得  $p_2 = 90 \text{ cmHg}$  ..... 1分

(2) 对水平管中的气体, 初态压强

$p = p_0 + 15 \text{ cmHg} = 90 \text{ cmHg}$

$V = 11S$  ..... 1分

末状态  $p' = p_2 + 20 \text{ cmHg} = 110 \text{ cmHg}$  ..... 1分

根据玻意尔定律  $pV = p'V'$  ..... 1分

解得  $V' = 9S$  ..... 1分

水平管中气柱的长度变为 9 cm, 此时, 原来左侧 19 cm 水银柱已有 11 cm 进入到水平管中, 所以左侧管中倒入水银产生的长度为  $L = (110 - 75 - 8) \text{ cm} = 27 \text{ cm}$  ..... 1分

15. (12分) 【解析】(1) 粒子在电场中做类平抛运动, 则

$L = v_0 t$  ..... 1分

$\frac{\sqrt{3}}{2} L = \frac{1}{2} \frac{Eq}{m} t^2$  ..... 1分

解得  $E = \frac{\sqrt{3} m v_0^2}{qL}$  ..... 2分

(2) 过 O 点的速度分解为  $v_x$  和  $v_y$ , 其中

$L = v_x t = v_0 t$

$\frac{\sqrt{3}}{2} L = \frac{v_y}{2} t$  ..... 1分

解得  $v_y = \sqrt{3} v_0$  ..... 1分

粒子进入磁场后, 在沿 x 轴方向上以  $v_0$  做匀速直线运动, 在平行  $yOz$  平面方向做匀速圆周运动, 根据牛顿第二定律, 可得

$qBv_y = m \frac{v_y^2}{R}$  ..... 1分

解得  $R = \frac{\sqrt{3} m v_0}{Bq}$  ..... 1分

(3) 粒子做圆周运动的周期为

$T = \frac{2\pi R}{v_y} = \frac{2\pi m}{qB}$

粒子打到平面 MN 上所经历的时间为 t, 则

$t = \frac{L_0}{v_0} = \frac{8\pi m}{3qB}$  ..... 1分

则  $\frac{t}{T} = \frac{\frac{8\pi m}{3qB}}{\frac{2\pi m}{qB}} = \frac{4}{3}$

即  $t = \frac{4}{3} T$  ..... 1分

经过整周期粒子又回到了 x 轴, 即打在 MN 板时, 相当于转动  $\frac{1}{3} T$  所在的位置, 由几何关系可知

$y = R \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3} m v_0}{Bq} = \frac{3m v_0}{2Bq}$

$z = R + R \cos 60^\circ = \frac{3}{2} \cdot \frac{\sqrt{3} m v_0}{Bq} = \frac{3\sqrt{3} m v_0}{2Bq}$  ..... 1分

则粒子打到平面 MN 上的位置坐标为  $(L_0, y, z)$ , 即  $(\frac{8\pi m v_0}{3qB}, \frac{3m v_0}{2Bq}, \frac{3\sqrt{3} m v_0}{2Bq})$  ..... 1分



16. (14分)【解析】(1)小球与物块发生弹性碰撞,设小球和物块碰撞后的速度分别为  $v$ 、 $v_1$

$$mv_0 = mv + mv_1 \quad ① \quad \dots\dots\dots 2 \text{分}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 \quad ② \quad \dots\dots\dots 2 \text{分}$$

$$\text{解得 } v=0, v_1=8 \text{ m/s} \quad ③ \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

(2)小球与物块碰后,对物块

$$\mu_1 mg = ma_1 \quad ④$$

$$a_1 = 4 \text{ m/s}^2$$

对木板,  $\mu_1 mg < \mu_2 (M+2m)g$ , 木板仍然静止 ⑤

物块滑动到木板左端时速度大小为  $v_2$

$$v_2^2 - v_1^2 = -2a_1(L-d) \quad ⑥$$

$$\text{解得 } v_2 = 6 \text{ m/s}$$

物块与木板发生弹性碰撞后,物块和木板的速度分别为  $v_3$ 、 $v_{M1}$

$$mv_2 = mv_3 + Mv_{M1} \quad ⑦$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv_3^2 + \frac{1}{2}Mv_{M1}^2 \quad ⑧$$

解得

$$v_3 = -2 \text{ m/s}, v_{M1} = 4 \text{ m/s}$$

物块向右滑动加速度大小仍为  $a_1$ , 木板向左滑动, 设木板加速度大小为  $a_2$

$$\mu_2 (M+2m)g + \mu_1 mg = Ma_2 \quad ⑨$$

$$\text{得 } a_2 = 6 \text{ m/s}^2$$

假设小球从板上掉落时,物、板还未共速且物与小球未再发生碰撞,此时板的运动时间为  $t_1$

$$d = v_{M1}t_1 - \frac{1}{2}a_2t_1^2 \quad ⑩$$

$$t_1 = \frac{1}{2} \text{ s} \quad \text{另一解 } t_1' = \frac{5}{6} \text{ s} \text{ 舍去}$$

$$\text{此时物块速度 } v_4 = v_3 + a_1t_1 \quad ⑪$$

$$\text{解得 } v_4 = 0$$

$$\text{与板碰后物块的位移 } x = v_3t_1 + \frac{1}{2}a_1t_1^2$$

$$\text{解得 } x = -0.5 \text{ m}$$

$$d - x < L - d$$

$$\text{假设成立,物块的速度 } v_4 = 0 \quad ⑫ \quad \dots\dots\dots 5 \text{分}$$

(3)小球掉落,设木板的加速度大小为  $a_3$

$$\mu_2 (M+m)g + \mu_1 mg = Ma_3 \quad ⑬$$

$$a_3 = 5 \text{ m/s}^2$$

此时木板的速度大小

$$v_{M2} = v_{M1} - a_2t_1 \quad ⑭$$

$$v_{M2} = 1 \text{ m/s}$$

设经  $t_2$  物块与木板共速

$$v_{M2} - a_3t_2 = a_1t_2 \quad ⑮$$

$$t_2 = \frac{1}{9} \text{ s}$$

此时物、板速度大小

$$v_{M3} = v_{M2} - a_3t_2 \quad ⑯$$

$$v_{M3} = \frac{4}{9} \text{ m/s}$$

共速后,设木板和物块的加速度大小为  $a_4$

$$\mu_2 (M+m)g = (M+m)a_4 \quad ⑰$$

$$a_4 = 2 \text{ m/s}^2$$

再经  $t_3$  停止运动

$$t_3 = \frac{v_{M3}}{a_4} \quad ⑱$$

$$t_3 = \frac{2}{9} \text{ s}$$

木板运动的总时间

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{5}{6} \text{ s} \quad ⑲ \quad \dots\dots\dots 4 \text{分}$$