

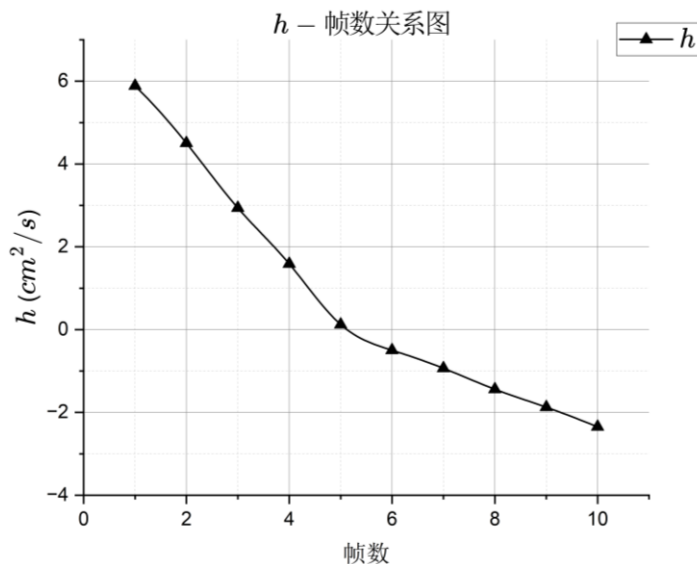
*数值评分遵循以下标准:

$$Y = y_0, \quad \text{Num} = A - B - X; \Delta = 0 - \alpha - \beta$$

若考生给出 y 的有效位数为 A , 数值为 $|y - y_0| \leq \alpha$, 不扣分; 有效位数为 B , 或 $|y - y_0| \in (\alpha, \beta]$, 或物理量少单位, 扣除50%分数; 有效位数为 A, B 以外的值, 或 $|y - y_0| > \beta$, 扣除100%分数, 该数据点得分扣完为止。计算过程中有效数字可以多(少)保留一位。没有给出Num的, 表示与答案不同的有效位数扣除100%分数; 没有给出 Δ 的, 允许在末位出现1的偏差, 否则扣除100%分数。

A.1 8.0pt	A.1.1 2.0pt	$\begin{cases} \frac{d(mr^2\dot{\theta})}{dt} = -\mu mgr \frac{\dot{\theta}r}{\sqrt{\dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2}} - \gamma_1 m \dot{\theta} r \cdot r - G\theta r^2 \\ m\ddot{r} = -\mu mgr \frac{\dot{r}}{\sqrt{\dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2}} - k(r - r_0) - \gamma_2 m \dot{r} \end{cases}$ 每式1.0pt																																																																			
	A.1.2 2.0pt	h 较大时来回振荡（绝对值先增大再减小） 1.0pt h 趋于 0 时两侧斜率发生突变 1.0pt																																																																			
	A.1.3 2.0pt	ABD 2.0pt																																																																			
	A.1.4 2.0pt	$\pm \mu mgr - G\theta r = m \frac{dh}{dt} \Big _{t_0^-}$ $\mp \mu mgr - G\theta r = m \frac{dh}{dt} \Big _{t_0^+}$ 添加绝对值得到： $\mu = abs(\frac{dh}{dt} \Big _{t_0^+} - \frac{dh}{dt} \Big _{t_0^-})/2gr(t_0)$ 答案正确给2.0pt，错误则过程酌情给分（过程得分不超过1.0pt）																																																																			
A.2 22.0pt	A.2.1 2.0pt	在 $ \omega < 1rad/s$ 范围内进行 $r - \omega $ 线性拟合，可得： 球 A： $r(t_0) = b = 1.383cm$ Num = 4 -- -X 球 B： $r(t_0) = b = 1.046cm$ Num = 4 -- -X 两个结果各1.0pt																																																																			
	A.2.2 6.0pt	表格共2.0pt，每有一处错误扣0.5pt，扣完为止。图4.0pt，图名未写-0.5pt，未标度坐标轴每条-0.5pt，数据点缺失或明显偏离每处-0.5pt，作图潦草-0.5pt，扣完为止。 表 A.1 球 A 运动数据表 <table><tr><th>帧数</th><th>$\omega(rad/s)$</th><th>$r(cm)$</th><th>$h(cm^2/s)$</th></tr><tr><td>1</td><td>-5.0763</td><td>1.4825</td><td>-11.1566</td></tr><tr><td>2</td><td>-4.2325</td><td>1.4500</td><td>-8.8989</td></tr><tr><td>3</td><td>-3.0926</td><td>1.4301</td><td>-6.3249</td></tr><tr><td>4</td><td>-1.8756</td><td>1.4102</td><td>-3.7301</td></tr><tr><td>5</td><td>-0.7497</td><td>1.3978</td><td>-1.4648</td></tr><tr><td>6</td><td>0.2295</td><td>1.3872</td><td>0.4415</td></tr><tr><td>7</td><td>0.8158</td><td>1.3993</td><td>1.5974</td></tr><tr><td>8</td><td>1.3626</td><td>1.4034</td><td>2.6835</td></tr><tr><td>9</td><td>1.8681</td><td>1.4205</td><td>3.7692</td></tr><tr><td>10</td><td>2.4598</td><td>1.4237</td><td>4.9858</td></tr></table> 表 A.2 球 B 运动数据表 <table><tr><th>帧数</th><th>$\omega(rad/s)$</th><th>$r(cm)$</th><th>$h(cm^2/s)$</th></tr><tr><td>1</td><td>4.5428</td><td>1.1382</td><td>5.8853</td></tr><tr><td>2</td><td>3.5887</td><td>1.1202</td><td>4.5034</td></tr><tr><td>3</td><td>2.4789</td><td>1.0884</td><td>2.9367</td></tr><tr><td>4</td><td>1.4103</td><td>1.0604</td><td>1.5859</td></tr><tr><td>5</td><td>0.1118</td><td>1.0462</td><td>0.1224</td></tr></table>	帧数	$\omega(rad/s)$	$r(cm)$	$h(cm^2/s)$	1	-5.0763	1.4825	-11.1566	2	-4.2325	1.4500	-8.8989	3	-3.0926	1.4301	-6.3249	4	-1.8756	1.4102	-3.7301	5	-0.7497	1.3978	-1.4648	6	0.2295	1.3872	0.4415	7	0.8158	1.3993	1.5974	8	1.3626	1.4034	2.6835	9	1.8681	1.4205	3.7692	10	2.4598	1.4237	4.9858	帧数	$\omega(rad/s)$	$r(cm)$	$h(cm^2/s)$	1	4.5428	1.1382	5.8853	2	3.5887	1.1202	4.5034	3	2.4789	1.0884	2.9367	4	1.4103	1.0604	1.5859	5	0.1118	1.0462
帧数	$\omega(rad/s)$	$r(cm)$	$h(cm^2/s)$																																																																		
1	-5.0763	1.4825	-11.1566																																																																		
2	-4.2325	1.4500	-8.8989																																																																		
3	-3.0926	1.4301	-6.3249																																																																		
4	-1.8756	1.4102	-3.7301																																																																		
5	-0.7497	1.3978	-1.4648																																																																		
6	0.2295	1.3872	0.4415																																																																		
7	0.8158	1.3993	1.5974																																																																		
8	1.3626	1.4034	2.6835																																																																		
9	1.8681	1.4205	3.7692																																																																		
10	2.4598	1.4237	4.9858																																																																		
帧数	$\omega(rad/s)$	$r(cm)$	$h(cm^2/s)$																																																																		
1	4.5428	1.1382	5.8853																																																																		
2	3.5887	1.1202	4.5034																																																																		
3	2.4789	1.0884	2.9367																																																																		
4	1.4103	1.0604	1.5859																																																																		
5	0.1118	1.0462	0.1224																																																																		

6	-0.4533	1.0483	-0.4981
7	-0.8481	1.0493	-0.9339
8	-1.3006	1.0532	-1.4428
9	-1.6776	1.0566	-1.8729
10	-2.0377	1.0732	-2.3467



A.2.3
10.0pt

分别对正负段进行 $h-t$ 线性拟合, 可得:

球 A: $k^+ = 2.455 \text{ cm}^2/\text{s}, r^+ = 0.99931$

$$\left. \frac{dh}{dt} \right|_{t_0^+} = (73.6 \pm 1.6) \text{ cm}^2/\text{s}^2$$

$k^- = 1.126 \text{ cm}^2/\text{s}^2, r^- = 0.99960$

$$\left. \frac{dh}{dt} \right|_{t_0^-} = (33.8 \pm 0.6) \text{ cm}^2/\text{s}^2$$

$\mu = (1.47 \pm 0.06) \times 10^{-2}$

球 B: $k^+ = -1.444 \text{ cm}^2/\text{s}, r^+ = 0.99960$

$$\left. \frac{dh}{dt} \right|_{t_0^+} = (43.3 \pm 0.7) \text{ cm}^2/\text{s}^2$$

$k^- = -0.464 \text{ cm}^2/\text{s}^2, r^- = 0.99946$

$$\left. \frac{dh}{dt} \right|_{t_0^-} = (13.9 \pm 0.3) \text{ cm}^2/\text{s}^2$$

$\mu = (1.43 \pm 0.04) \times 10^{-2}$

每个结果 0.5pt, 评分细则如下:

k: Num = 3, 4 -- X; $\Delta = 0$ -- 0

r: Num = 4, 5 -- X; $\Delta = 0$ -- 0

dh/dt : Num = 3 - 2, 4 - X; $\Delta = 0$ - 0.1 - 0.2

μ : Num = 3 - 2, 4 - X; $\Delta = 0$ - 0.01 - 0.02

σ : Num = 1, 2 -- X; $\Delta = 0$ -- 0

A.2.4
2.0pt

成因: 拍摄装置不够水平、实验平台倾斜等因素导致拍摄角度不正。

解释: 各方向缩放比例不同, r 的测量值实为真实值乘以一个振荡因子, 从而使 h 出现图示振荡。

成因和解释各 1.0pt, 大意相近即可

A.2.5
2.0pt

ACD 2.0pt

B.1
5.0pt

B.1.1
1.0pt

温度梯度为:

$$\frac{\Delta T}{\Delta z} = \frac{T_A - T_C}{h_B}$$

		热传导功率即为： $P = \kappa \cdot \frac{\Delta T}{\Delta Z} \cdot S = \kappa \frac{(T_A - T_C)}{h_B} \cdot \frac{\pi d_B^2}{4}$ <div>每式0.5pt</div>																													
	B.1.2 2.0pt	散热功率为： $P' = cm \frac{\Delta T}{\Delta t} = cmk$ <p>两次散热与空气的接触面积比：</p> $\frac{S}{S'} = \frac{\pi d_C h_C + \frac{\pi}{4} d_C^2}{\pi d_C h_C + \frac{\pi}{4} d_C^2 \times 2} = \frac{d_C + 4h_C}{2d_C + 4h_C}$ <p>实验中散热功率：</p> $P = P' \cdot \frac{S}{S'} = cmk \cdot \frac{d_C + 4h_C}{2d_C + 4h_C}$ <p>联立解得：</p> $\kappa = cmk \cdot \frac{4h_B}{(T_A - T_C)\pi d_B^2} \cdot \frac{d_C + 4h_C}{2d_C + 4h_C}$ <div>每式0.5pt</div>																													
	B.1.3 2.0pt	由于热电偶与显示器之间还存在一定的温度差，所以在没有补偿导线时输出电压并不严格由热电偶的冷端和热端提供。补偿导线就是为了补偿这一部分额外的电势差而引入的。2.0pt																													
B.2 20.0pt	B.2.1 2.0pt	根据内插法，首先应找到对应电压在哪两个整刻线之间。 $\frac{\varepsilon_A - 2.424}{\varepsilon_A - 2.467} = \frac{T_A - 59}{T_A - 60}$ <p>解得：$T_A = 59.93^{\circ}\text{C}$ Num = 3,4 --X</p> <p>类似地：</p> $\frac{\varepsilon_C - 1.695}{\varepsilon_C - 1.653} = \frac{T_C - 42}{T_C - 41}$ <p>解得：$T_C = 41.88^{\circ}\text{C}$ Num = 3,4 --X</p> <div>T_A和T_C各0.5pt，步骤各0.5pt</div>																													
	B.2.2 3.0pt	可以判断出使用的是： <p style="text-align: center;">最小分度值为 0.02mm 的游标卡尺</p> <p>测量结果：</p> $\begin{aligned}d_B &= (128.97 \pm 0.03)\text{mm} \\h_B &= (8.15 \pm 0.02)\text{mm} \\d_C &= (129.64 \pm 0.02)\text{mm} \\h_C &= (8.16 \pm 0.02)\text{mm}\end{aligned}$ <div>判断正确得1.0pt，每个结果0.5pt</div>																													
	B.2.3 5.0pt	实验步骤： <p>1.将散热盘加热至比T_C高约10°C后停止加热，将其静置冷却。1.0pt</p> <p>2.散热盘温度降低至比T_C高约2°C时，开始测量热电偶输出的电压值并启动秒表。1.0pt</p> <p>3.控制 15-20 秒左右测量一次温度，直至散热盘温度降低至比T_C低约2°C。1.0pt</p> <p>数据处理方案：使用逐差法、作图法、最小二乘法均视为正确。2.0pt</p>																													
	B.2.4 8.0pt	<div>表格共3.0pt，每有一处错误-0.5pt，扣完为止。</div> <div>图3.0pt，图名未写-0.5pt，未标度坐标轴每条-0.5pt，数据点缺失或明显偏离每处-0.5pt，作图潦草-0.5pt，扣完为止。</div> <p style="text-align: center;">表 B.3 散热盘温度随时间变化关系数据测量表格</p> <table><tr><td>t/s</td><td>0</td><td>20</td><td>40</td><td>60</td><td>80</td><td>100</td><td>120</td><td>140</td><td>160</td></tr><tr><td>$\varepsilon(t)/\text{mV}$</td><td>1.781</td><td>1.755</td><td>1.734</td><td>1.716</td><td>1.693</td><td>1.673</td><td>1.657</td><td>1.636</td><td>1.619</td></tr><tr><td>$T_C/^{\circ}\text{C}$</td><td>44.0</td><td>43.4</td><td>42.9</td><td>42.5</td><td>42.0</td><td>41.5</td><td>41.1</td><td>40.6</td><td>40.2</td></tr></table>	t/s	0	20	40	60	80	100	120	140	160	$\varepsilon(t)/\text{mV}$	1.781	1.755	1.734	1.716	1.693	1.673	1.657	1.636	1.619	$T_C/^{\circ}\text{C}$	44.0	43.4	42.9	42.5	42.0	41.5	41.1	40.6
t/s	0	20	40	60	80	100	120	140	160																						
$\varepsilon(t)/\text{mV}$	1.781	1.755	1.734	1.716	1.693	1.673	1.657	1.636	1.619																						
$T_C/^{\circ}\text{C}$	44.0	43.4	42.9	42.5	42.0	41.5	41.1	40.6	40.2																						

		<p>散热盘温度随时间变化关系图</p> <p>结果为: $k = 2.35 \times 10^{-2} \text{°C/s}$ Num = 3,4 --X; $\Delta = 0 - 0.02 - 0.05$ 回代解得: $\kappa = 0.157 \text{W/(m} \cdot \text{°C)}$ Num = 3,4 --X; $\Delta = 0 - 0.001 - 0.002$ k和κ各1.0pt</p>
	B.2.5 2.0pt	<p>原理上分别为稳态法与非稳态法。0.5pt 实验条件上对应外界输入热能方式分别为持续输入与脉冲输入。0.5pt 此实验优势为公式更容易推导, 实验条件更容易满足等。(言之有理即可) 1.0pt</p>
	C.1.1 2.0pt	<p>$c = 1 - \frac{\mu_w}{\mu_a} + \frac{c_{p,w}}{c_{p,a}} - \frac{c_{v,w}}{c_{v,a}}$ 2.0pt, 错误则按过程酌情给分, 最多不超过1.0pt</p>
	C.1.2 2.0pt	<p>干湿球湿度计。0.5pt 干湿球湿度计通过对比干球温度计与包裹湿润棉纱的湿球温度计的示数差来测定相对湿度: 空气越干燥, 湿球水分蒸发越快, 其温度下降越显著, 干湿球温差越大。再结合湿度查算表, 即可确定相对湿度。1.5pt, 大意相近即可</p>
C.1 10.0pt	C.1.3 3.0pt	<p>代入题给数据有: $c_a = 344.7 \text{m/s}$ 由极限误差合成公式:</p> $e_{c_a} = \frac{c_a}{2} \left(\frac{e_\theta}{T_0 + \theta} + \frac{\frac{cH p_s}{p} \left(\frac{e_H}{H} + \frac{e_p}{p} \right)}{1 + \frac{cH p_s}{p}} \right) = 0.6 \text{m/s}$ <p>最终结果为: $c_a \pm e_{c_a} = (344.7 \pm 0.6) \text{m/s}$ c_a与其极限误差各1.0pt, 极限误差合成公式1.0pt</p>
	C.1.4 3.0pt	<p>对于温度测量, 系统误差由水银与标尺的热膨胀效应引起; 修正方法为使用公式 $p = p_1 - (0.000182 - \beta)p_1 t$ (其中 p_1 为读数, β 为标尺材料的热膨胀系数, t 为摄氏室温) 进行校准。 对于大气压测量, 系统误差源于实验地点重力加速度与标准值 ($g_0 = 980.955 \text{cm/s}^2$) 的差异; 修正方法为将读数乘以因子 g/g_0 (其中 g 为当地重力加速度)。 两种系统误差来源各1.0pt, 修正方法各0.5pt, 其他答案酌情给分</p>
	C.2.1 1.0pt	<p>$\Lambda \sin \theta_k = k\lambda$ 1.0pt</p>
C.2 15.0pt	C.2.2 3.0pt	<p>体光栅的衍射光可以视为若干个面光栅衍射光的叠加。若相距最远的两个面光栅的光程差 (远) 小于光波长, 体光栅就能近似为面光栅。设衍射角为 θ, 该条件写为:</p> $l(1 - \cos \theta) \ll \lambda$ <p>代入 $\theta \sim \lambda/\Lambda$, 并利用小角度近似, Ramann-Nath 衍射条件化为:</p> $\lambda l \ll \Lambda^2$ <p>定性分析1.0pt, 两式各1.0pt, 只相差一个常系数或取小于关系也视为正确</p>
	C.2.3	<p>入射光束需要覆盖多个声波周期, 否则平面波近似不成立, 衍射斑将弥散, 变得模糊不清。1.0pt</p>

	2.0pt	这要求： $D \gg \Lambda$ 1.0pt ，取大于关系也视为正确
	C.2.4 2.0pt	可能的原因：超声波发生器频率 f 偏离换能器中心频率 f_c ；换能器辐射面与水槽侧壁不平行，阻碍了水中稳定驻波场的形成；实验室内环境光太强。 每个原因 1.0pt ，写出两个即可；其他答案酌情给分
	C.2.5 5.0pt	用最小二乘法线性拟合得相邻衍射斑距离： $x = 19.41\text{mm}$ 1.0pt 相关系数： $r = 0.999994$ 1.0pt 不确定度： $\sigma_x = x \cdot \sqrt{\frac{r^{-2}-1}{n-2}} = 0.03\text{mm}$ 1.0pt 水中声速为： $c_w = \frac{\lambda f_c L}{x} = 1506\text{m/s}$ 1.0pt 其不确定度为： $\sigma_{c_w} = \sqrt{\left(\frac{\partial c_w}{\partial x} \sigma_x\right)^2 + \left(\frac{\partial c_w}{\partial L} \sigma_L\right)^2} = 4\text{m/s}$ 1.0pt 故 $c_w = (1506 \pm 4)\text{m/s}$
	C.2.6 2.0pt	$\frac{\lambda l}{\Lambda^2} = 0.65 < 1$ ，满足 Ramann-Nath 衍射条件。 1.0pt $\frac{D}{\Lambda} = 25 > 1$ ，2.3 中关系式成立。 1.0pt