

华中科技大学 2018~2019 学年度第 2 学期

《大学物理(一)》课程考试试卷(A卷)

(闭卷)

考试日期: 2019.06.29. 上午

考试时间: 150 分钟

题号	一	二	三				总分	统分 签名	教师 签名
			1	2	3	4			
得分									

得分	
评卷人	

一、选择题(单选, 每题 3 分, 共 30 分。请将选项填入每小题提首的括号中)

[] 1. 某质点作直线运动的运动学方程为 $x = 3t + 5t^2 + 8$ (t 表示时间参量), 则该质点作

- (A) 匀加速直线运动, 加速度沿 x 轴正方向
- (B) 匀加速直线运动, 加速度沿 x 轴负方向
- (C) 变加速直线运动, 加速度沿 x 轴正方向
- (D) 变加速直线运动, 加速度沿 x 轴负方向

[] 2. 一物体沿固定圆弧光滑轨道由静止下滑, 在下滑过程中, 则有

- (A) 它的加速度的方向永远指向圆心, 其速率保持不变
- (B) 它受到的轨道的作用力的大小不断增加
- (C) 它受到的合外力大小变化, 方向永远指向圆心
- (D) 它受到的合外力大小不变, 其速率不断增加

[] 3. 在升降机天花板上栓一轻绳, 其下端系一重物, 当升降机以 a 的加速度上升时, 绳中的张力恰好等于绳子所能承受的最大张力的一半, 当绳子刚好被拉断时, 升降机上升的加速度为 (重力加速度为 g)

- (A) $2a$ (B) $2a+g$ (C) $2(a+g)$ (D) $a+g$

[] 4. 一轻绳绕在有水平轴的定滑轮上, 滑轮的转动惯量为 J , 绳下端挂一物体。物体所受重力为 G , 滑轮的角速度为 β 。若将物体去掉而以与 G 相等的力

直接向下拉绳子, 滑轮的角加速度 β 将

- (A) 不变 (B) 变小 (C) 变大 (D) 如何变化无法判断

[] 5. 在如图直升机演示实验中, 直升机尾翼转动的作用是

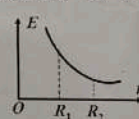


- (A) 尾翼反作用力平衡空气对机身侧向作用力
- (B) 尾翼反作用力平衡顶部螺旋桨角动量
- (C) 尾翼反力矩平衡顶部螺旋桨角动量
- (D) 尾翼反力矩平衡顶部螺旋桨对机身作用力力矩

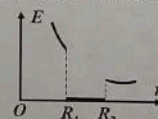
[] 6. K 系与 K' 系是坐标轴相互平行的两个惯性系, K' 系相对于 K 系沿 Ox 轴正方向匀速运动。一根刚性尺静止在 K' 系中, 与 $O'x'$ 轴成 30° 角。今在 K 系中观测得该尺与 Ox 轴成 45° 角, 则 K' 系相对于 K 系的速度是

- (A) $(2/3)c$ (B) $(1/3)c$ (C) $(2/3)^{1/2}c$ (D) $(1/3)^{1/2}c$

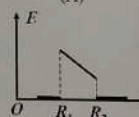
[] 7. 两个均匀带电的同心球面, 半径分别为 R_1 、 R_2 ($R_1 < R_2$), 小球面带电 Q , 大球面带电 $-Q$, 下列各图中哪一个正确表示了电场的空间分布



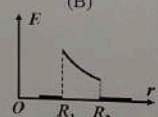
(A)



(B)



(C)



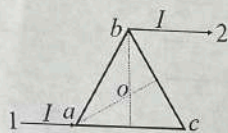
(D)

[] 8. 在下左图“自感系数与磁导率的关系”的课堂演示实验中, 我们看到的物理现象和对其正确的解释是

- (A) 当金属棒插入后, 灯泡变亮, 因为自感系数变大
- (B) 当金属棒插入后, 灯泡变暗, 因为自感系数变大
- (C) 当金属棒插入后, 灯泡变亮, 因为自感系数变小
- (D) 当金属棒插入后, 灯泡变暗, 因为自感系数变小



选择题第8题图



选择题第9题图

[] 9. 电流 I 由长直导线 1 沿 ac 边方向经 a 点流入一电阻均匀分布、边长为 l 的正三角形导线框 abc ，再由 b 点沿平行于 ac 方向流出，经长直导线 2 返回电源，如上右图所示。若载流直导线 1、2 和三角形框在框中心 O 点产生的磁感应强度分别用 B_1 、 B_2 和 B_3 表示，则 O 点的磁感应强度大小为

- (A) $B = 0$ ，因为 $B_1 = B_2 = B_3 = 0$
 (B) $B = 0$ ，因为 $B_1 + B_2 = 0$ ， $B_3 = 0$
 (C) $B \neq 0$ ，因为虽然 $B_1 + B_2 = 0$ ，但 $B_3 \neq 0$
 (D) $B \neq 0$ ，因为虽然 $B_3 = 0$ ，但 $B_1 + B_2 \neq 0$

[] 10. 有两个线圈，线圈 1 对线圈 2 的互感系数为 M_{12} ，而线圈 2 对线圈 1 的互感系数为 M_{21} 。若它们分别通过 i_1 和 i_2 的变化电流且 $|di_1/dt| < |di_2/dt|$ ，并由 i_2 变化在线圈 1 中产生的互感电动势为 ε_{21} ，由 i_1 变化在线圈 2 中产生的互感电动势为 ε_{12} ，则论断正确的是

- (A) $M_{12} = M_{21}$ ， $\varepsilon_{12} = \varepsilon_{21}$ (B) $M_{12} \neq M_{21}$ ， $\varepsilon_{12} \neq \varepsilon_{21}$
 (C) $M_{12} = M_{21}$ ， $\varepsilon_{12} > \varepsilon_{21}$ (D) $M_{12} = M_{21}$ ， $\varepsilon_{12} < \varepsilon_{21}$

二. 填空题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 一长为 L 质量为 M 的均匀直棒一端吊起，使其可以在竖直平面内自由摆动。先用手使棒保持水平，则放开手的瞬间，棒的角加速度是 _____。直棒下摆到竖直位置的角速度是 _____。

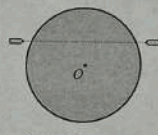
2. 一质量为 M 的质点沿 x 轴正向运动，假设该质点通过坐标为 x 的位置时速度大小为 kx (k 为正值常量)，则此时作用于该质点上的力 $F =$ _____，该质点从 $x = x_0$ 点出发运动到 $x = x_1$ 处所经历的时间 $\Delta t =$ _____。

3. 圆形水管的某一点 A，水的流速为 1.0 m/s ，压强为 $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。沿水管

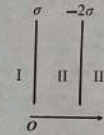
的另一点 B，比 A 点低 20 m ，A 点截面积是 B 点截面积的三倍，忽略水的粘滞力，则 B 点的压强为 _____。(重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

4. π^+ 介子是不稳定的粒子，在它自己的参考系中测得平均寿命是 $2.6 \times 10^{-8} \text{ s}$ ，如果它相对于实验室以 $0.8c$ (c 为真空中光速) 的速率运动，那么实验室坐标系中测得 π^+ 介子的寿命是 _____ s。

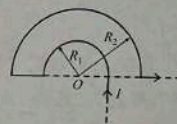
5. 一圆盘正绕垂直于盘面的水平光滑固定轴 O 转动，如图射来两个质量相同，速度大小相等，方向相反并在一条直线上的子弹，子弹射入圆盘并留在盘内，则子弹射入后的瞬间，圆盘的角速度 ω 将 _____。(增大、减小或不变)



填空题第5题图



填空题第6题图



填空题第7题图

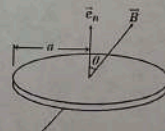
6. 两块“无限大”的带电平行平面，其电荷面密度分别为 σ ($\sigma > 0$) 及 -2σ ，如上中图所示，则 II 区的电场强度大小为 _____，方向 _____。

7. 无限长载流直导线弯成如填空题第 7 题图形状，图中各段共面，其中两段圆弧分别为半径 R_1 与半径 R_2 的同心半圆弧。则半圆弧中心 O 点的磁感应强度大小为 _____。

8. 两个同心的薄金属球壳，半径分别为 R_1 、 R_2 ($R_1 > R_2$)，带电量分别为 q_1 、 q_2 ，将两球用导线连接起来，取无限远处作为电势零参考点，则它们的电势为 _____。

9. 一空气平行板电容器，极板面积为 S ，极板间距为 d ，充电至带电 Q 后与电源断开，然后用外力缓缓地把极板间距拉开到 $2d$ 。电容器能量改变为 _____。

10. 半径为 a 的金属圆盘，放在磁感应强度为 B 的磁场中， B 与盘面法线 \vec{e}_n 的夹角为 θ ，如图所示。当圆盘以每秒 n 圈的转速绕通过盘心且垂直于盘面的轴旋转时，盘中心与边缘的电势差为 _____。



三、计算题（每题 10 分，共 40 分）

得分	
评卷人	

1. 近年来，我国动车技术得到快速发展，合理的轨道设计，是确保动车安全行驶的重要环节。动车转弯时需要较大的向心力，如果两条铁轨在同一水平面上（内轨、外轨等高），向心力只能由外轨提供，也即外轨会受到车轮对它很大的向外侧压力，这将导致危险。因此，必须使外轨适当地高于内轨，称为外轨超高。现有一质量为 m 的动车，以速率 v 沿半径为 R 的圆弧轨道转弯，已知路面倾角为 θ ，试求：

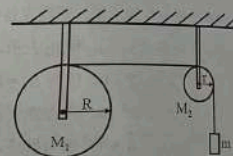
- (1) 动车速率 v_0 为多大时，才能使车轮对铁轨内外轨的侧压力均为零？
- (2) 如果火车的速率 $v \neq v_0$ ，则车轮对铁轨的侧压力为多少？



得分	
评卷人	

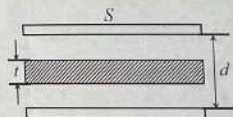
2. 质量为 $M_1 = 24 \text{ kg}$ 、半径为 R 的均匀圆盘，可绕水平光滑固定轴转动，一轻质绳缠绕于轮上，另一端通过质量为 $M_2 = 5 \text{ kg}$ 、半径为 r 的均匀圆盘状定滑轮悬有 $m = 10 \text{ kg}$ 的物体，且由静止开始释放，设绳与滑轮间无相对滑动，滑轮轴光滑，圆盘与滑轮之间的绳水平。求：

- (1) 物体的加速度；
- (2) 绳中的张力。



得分	
评卷人	

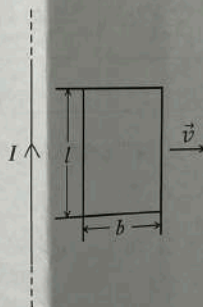
3. 如图所示，一平行板电容器，两极板相距 d ，面积为 S ，电势差为 V ，板间填充有一层与极板平行且厚度为 t ($t < d$) 的均匀介质，介质的相对介电常数为 ϵ_r ，介质两边都是空气，略去边缘效应。求：(1) 介质中的电场强度；(2) 该电容器的电容。



得分	
评卷人	

4. 一无限长载有电流 I 的直导线旁边有一与之共面的矩形线圈，线圈的边长分别为 l 和 b ， l 边与长直导线平行。线圈以速度 \vec{v} 垂直离开直导线，如图所示。求当矩形线圈与无限长直导线间的互感系数 $M = \frac{\mu_0 I}{2\pi}$ 时 (μ_0 为真空磁导率)，

(1) 线圈左侧边与直导线之间的距离；(2) 此时线圈内的感应电动势。



考试日期: 2019.06.29. 上午

考试时间: 150 分钟

题号	一	二	三				总分	统分 签名	教师 签名
			1	2	3	4			
得分									

得分	
评卷人	

一. 选择题 (单选, 每题 3 分, 共 30 分。请将选项填入每小题提首的括号中)

[C] 1. 某质点作直线运动的运动学方程为 $x = 3t + 5t^2 + 8$ (t 表示时间参量), 则该质点作

- (A) 匀加速直线运动, 加速度沿 x 轴正方向
- (B) 匀加速直线运动, 加速度沿 x 轴负方向
- (C) 变加速直线运动, 加速度沿 x 轴正方向
- (D) 变加速直线运动, 加速度沿 x 轴负方向

[B] 2. 一物体沿固定圆弧形光滑轨道由静止下滑, 在下滑过程中, 则有

- (A) 它的加速度的方向永远指向圆心, 其速率保持不变
- (B) 它受到的轨道的作用力的大小不断增加
- (C) 它受到的合外力大小变化, 方向永远指向圆心
- (D) 它受到的合外力大小不变, 其速率不断增加

[B] 3. 在升降机天花板上栓一轻绳, 其下端系一重物, 当升降机以 a 的加速度上升时, 绳中的张力恰好等于绳子所能承受的最大张力的一半, 当绳子刚好被拉断时, 升降机上升的加速度为 (重力加速度为 g)

- (A) $2a$
- (B) $2a + g$
- (C) $2(a + g)$
- (D) $a + g$

[C] 4. 一轻绳绕在有水平轴的定滑轮上, 滑轮的转动惯量为 J , 绳下端挂一物体。物体所受重力为 G , 滑轮的角速度为 β 。若将物体去掉而以与 G 相等的力

直接向下拉绳子, 滑轮的角加速度 β 将

- (A) 不变
- (B) 变小
- (C) 变大
- (D) 如何变化无法判断

[D] 5. 在如图直升机演示实验中, 直升机尾翼转动的作用是

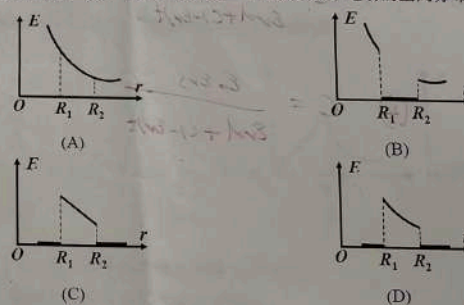
- (A) 尾翼反作用力平衡空气对机身侧向作用力
- (B) 尾翼反作用力平衡顶部螺旋桨角动量
- (C) 尾翼反力矩平衡顶部螺旋桨角动量
- (D) 尾翼反力矩平衡顶部螺旋桨对机身作用力力矩



[C] 6. K 系与 K' 系是坐标轴相互平行的两个惯性系, K' 系相对于 K 系沿 Ox 轴正方向匀速运动。一根刚性尺静止在 K' 系中, 与 $O'x'$ 轴成 30° 角。今在 K 系中观测得该尺与 Ox 轴成 45° 角, 则 K' 系相对于 K 系的速度是

- (A) $(2/3)c$
- (B) $(1/3)c$
- (C) $(2/3)^{1/2}c$
- (D) $(1/3)^{1/2}c$

[D] 7. 两个均匀带电的同心球面, 半径分别为 R_1 、 R_2 ($R_1 < R_2$), 小球面带电 Q , 大球面带电 $-Q$, 下列各图中哪一个正确表示了电场的空间分布

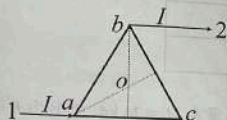


[B] 8. 在下左图“自感系数与磁导率的关系”的课堂演示实验中, 我们看到的物理现象和对其正确的解释是

- (A) 当金属棒插入后, 灯泡变亮, 因为自感系数变大
- (B) 当金属棒插入后, 灯泡变暗, 因为自感系数变大
- (C) 当金属棒插入后, 灯泡变亮, 因为自感系数变小
- (D) 当金属棒插入后, 灯泡变暗, 因为自感系数变小



选择题第8题图



选择题第9题图

- [D] 9. 电流 I 由长直导线 1 沿 ac 边方向经 a 点流入一电阻均匀分布、边长为 l 的正三角形导线框 abc ，再由 b 点沿平行于 ac 方向流出，经长直导线 2 返回电源，如上右图所示。若载流直导线 1、2 和三角形框在框中心 O 点产生的磁感应强度分别用 B_1 、 B_2 和 B_3 表示，则 O 点的磁感应强度大小为
- (A) $B = 0$ ，因为 $B_1 = B_2 = B_3 = 0$
- (B) $B = 0$ ，因为 $B_1 + B_2 = 0$ ， $B_3 = 0$
- (C) $B \neq 0$ ，因为虽然 $B_1 + B_2 = 0$ ，但 $B_3 \neq 0$
- (D) $B \neq 0$ ，因为虽然 $B_3 = 0$ ，但 $B_1 + B_2 \neq 0$

- [D] 10. 有两个线圈，线圈 1 对线圈 2 的互感系数为 M_{12} ，而线圈 2 对线圈 1 的互感系数为 M_{21} 。若它们分别通过 i_1 和 i_2 的变化电流且 $|di_1/dt| < |di_2/dt|$ ，并设由 i_2 变化在线圈 1 中产生的互感电动势为 ε_{21} ，由 i_1 变化在线圈 2 中产生的互感电动势为 ε_{12} ，则论断正确的是

- (A) $M_{12} = M_{21}$ ， $\varepsilon_{12} = \varepsilon_{21}$
- (B) $M_{12} \neq M_{21}$ ， $\varepsilon_{12} \neq \varepsilon_{21}$
- (C) $M_{12} = M_{21}$ ， $\varepsilon_{12} > \varepsilon_{21}$
- (D) $M_{12} = M_{21}$ ， $\varepsilon_{12} < \varepsilon_{21}$

得分	
评卷人	

二. 填空题 (每题 3 分，共 30 分)

1. 一长为 L 质量为 M 的均匀直棒一端吊起，使其可以在竖直平面内自由摆动。先用右手使棒保持水平，则放开手的瞬间，棒的角加速度是 $3g/2L$ 。直棒下摆到竖直位置的角速度是 $\sqrt{3g/L}$ 。

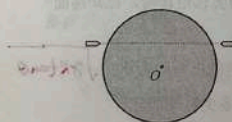
2. 一质量为 M 的质点沿 x 轴正向运动，假设该质点通过坐标为 x 的位置时速度大小为 kx (k 为正值常量)，则此时作用于该质点上的力 $F = M k^2 x$ ，该质点从 $x = x_0$ 点出发运动到 $x = x_1$ 处所经历的时间 $\Delta t = \frac{1}{k} \ln \frac{x_1}{x_0}$ 。

3. 圆形水管的某一点 A，水的流速为 1.0 m/s ，压强为 $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。沿水管

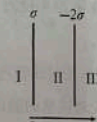
的另一点 B，比 A 点低 20 m ，A 点截面积是 B 点截面积的三倍，忽略水的粘滞力，则 B 点的压强为 $4.92 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。(重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

4. π^+ 介子是不稳定的粒子，在它自己的参考系中测得平均寿命是 $2.6 \times 10^{-8} \text{ s}$ ，如果它相对于实验室以 $0.8c$ (c 为真空中光速) 的速率运动，那么实验室坐标系中测得 π^+ 介子的寿命是 $4.37 \times 10^{-8} \text{ s}$ 。

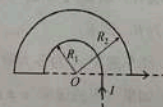
5. 一圆盘正绕垂直于盘面的水平光滑固定轴 O 转动，如图射来两个质量相同，速度大小相等，方向相反并在一条直线上的子弹，子弹射入圆盘并留在盘内，则子弹射入后的瞬间，圆盘的角速度 ω 将 1.40×1 。(增大、减小或不变)



填空题第5题图



填空题第6题图



填空题第7题图

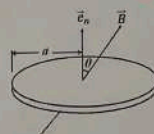
6. 两块“无限大”的带电平行平面，其电荷面密度分别为 σ ($\sigma > 0$) 及 -2σ ，如上中图所示，则 II 区的电场强度大小为 $\frac{3\sigma}{2\epsilon_0}$ ，方向 1.5σ 。

7. 无限长载流直导线弯成如填空题第 7 题图形状，图中各段共面，其中两段圆弧分别为半径 R_1 与半径 R_2 的同心半圆弧。则半圆弧中心 O 点的磁感应强度大小为 $\frac{\mu_0 I}{4} (\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}) + \frac{\mu_0 I}{2R_1}$ 。

8. 两个同心的薄金属球壳，半径分别为 R_1 、 R_2 ($R_1 > R_2$)，带电量分别为 q_1 、 q_2 ，将两球用导线连接起来，取无限远处作为电势零参考点，则它们的电势为 $\frac{q_1 + q_2}{4\pi\epsilon_0 R_1}$ 。

9. 一空气平行板电容器，极板面积为 S ，极板间距为 d ，充电至带电量 Q 后与电源断开，然后用外力缓缓地把极板间距拉开到 $2d$ 。电容器能量改变为 $\frac{Q^2 d}{4\epsilon_0 S}$ 。

10. 半径为 a 的金属圆盘，放在磁感应强度为 \vec{B} 的磁场中， \vec{B} 与盘面法线 \vec{e}_n 的夹角为 θ ，如图所示。当圆盘以每秒 n 圈的转速绕通过盘心且垂直于盘面的轴旋转时，盘中心与边缘的电势差为 $\pi n a^2 B \cos \theta$ 。



三. 计算题 (每题 10 分, 共 40 分)

得分	
评卷人	

1. 近年来, 我国动车技术得到快速发展, 合理的轨道设计, 是确保动车安全行驶的重要环节。动车转弯时需要较大的向心力, 如果两条铁轨在同一水平面上 (内轨、外轨等高), 向心力只能由外轨提供, 也即外轨会受到车轮对它很大的向外侧压力, 这将导致危险。因此, 必须使外轨适当地高于内轨, 称为外轨超高。现有一质量为 m 的动车, 以速率 v 沿半径为 R 的圆弧轨道转弯, 已知路面倾角为 θ , 试求:

- (1) 动车速率 v_0 为多大时, 才能使车轮对铁轨内外轨的侧压力均为零? $\sqrt{gk \tan \theta}$
- (2) 如果火车的速率 $v \neq v_0$, 则车轮对铁轨的侧压力为多少?



$$v > v_0$$

$$F_1 = \frac{m}{R} \frac{v^2 - gk \tan \theta}{\sin \theta \tan \theta + \cos \theta}$$

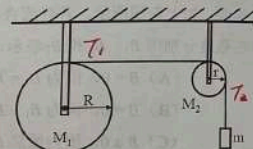
$$v < v_0$$

$$F_2 = m(g \tan \theta - \frac{v^2}{R} \cos \theta)$$

得分	
评卷人	

2. 质量为 $M_1 = 24 \text{ kg}$ 、半径为 R 的均匀圆盘, 可绕水平光滑固定轴转动, 一轻绳缠绕于轮上, 另一端通过质量为 $M_2 = 5 \text{ kg}$ 、半径为 r 的均匀圆盘状定滑轮悬有 $m = 10 \text{ kg}$ 的物体, 且由静止开始释放, 设绳与滑轮间无相对滑动, 滑轮轴光滑, 圆盘与滑轮之间的绳水平。求:

- (1) 物体的加速度;
- (2) 绳中的张力。



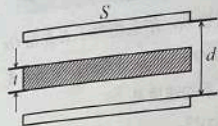
$$(1) \text{ 且 } a = \frac{2mg}{2m + M_1 + M_2} = 4 \text{ m/s}^2$$

$$(2) T_1 = 48 \text{ N}$$

$$T_2 = 58 \text{ N}$$

得分	
评卷人	

3. 如图所示, 一平行板电容器, 两极板相距 d , 面积为 S , 电势差为 V , 板间填充有一层与极板平行且厚度为 t ($t < d$) 的均匀介质, 介质的相对介电常数为 ϵ_r , 介质两边都是空气, 略去边缘效应。求: (1) 介质中的电场强度; (2) 该电容器的电容。



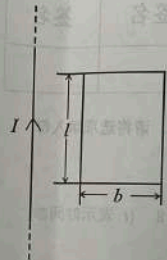
$$\textcircled{1} E = \frac{V}{\epsilon_r d + (1 - \epsilon_r)t}$$

$$\textcircled{2} C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{\epsilon_r d + (1 - \epsilon_r)t}$$

得分	
评卷人	

4. 一无限长载有电流 I 的直导线旁边有一与之共面的矩形线圈, 线圈的边长分别为 l 和 b , l 边与长直导线平行。线圈以速度 \vec{v} 垂直离开直导线, 如图所示。求当矩形线圈与无限长直导线间的互感系数 $M = \frac{\mu_0 I}{2\pi}$ 时 (μ_0 为真空磁导率),

(1) 线圈左侧边与直导线之间的距离; (2) 此时线圈内的感应电动势。



$$\textcircled{1} x = \frac{b}{\epsilon - 1}$$

$$\textcircled{2} \mathcal{E} = \frac{\mu_0 I v l}{2\pi} \frac{(\epsilon - 1)^2}{\epsilon b}$$

密封线。答题不能超过此线, 否则无效。