

物理试卷 【答案】

1. 【答案】 B

【详解】

A. 电流强度为标量，国际单位制中的基本单位表示为 A，故 A 错误；

B. 电场强度是矢量，根据定义式有  $E = \frac{F}{q}$

其中  $F$  的单位为  $N = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ ， $q$  的单位为  $C = A \cdot s$

故电场强度的单位用国际单位制中的基本单位表示为  $N / C = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2}{A \cdot s} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{A \cdot \text{s}^3}$ ，

故 B 正确；

C. 磁通量是标量，根据定义式有  $\Phi = BS$ ， $B = \frac{F}{IL}$ ，可得  $\Phi = \frac{FS}{IL}$

其中  $F$  的单位为  $N = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ ， $S$  的单位为  $\text{m}^2$ ， $I$  的单位为 A， $L$  的单位为 m

故磁通量的单位用国际单位制中的基本单位表示为  $\text{Wb} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 \cdot \text{m}^2}{A \cdot \text{m}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{A \cdot \text{s}^2}$ ，

故 C 错误；

D. 磁感应强度是矢量，根据定义式有  $B = \frac{F}{IL}$

其中  $F$  的单位为  $N = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ ， $I$  的单位为 A， $L$  的单位为 m

故磁感应强度的单位用国际单位制中的基本单位表示为  $T = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2}{A \cdot \text{m}} = \frac{\text{kg}}{A \cdot \text{s}^2}$ ，

故 D 错误。

故选 B。

## 2. 【答案】 B

### 【详解】

- A. 霍尔电压的产生是由于运动电荷在磁场中受洛伦兹力发生偏转，导致上下表面积累电荷。若自由电荷为正，根据左手定则，正电荷向某一表面偏转；若为负电荷，如金属中的电子，偏转方向相反，因此上表面电势不一定高于下表面，

A 错误；

- B. 当自由电荷受力平衡时， $h$  为上下表面间距， $qvB = q\frac{U_H}{h}$

$d$  为前后表面间距， $S = dh$

结合电流微观表达式  $I = nqSv$

联立推导可得霍尔系数  $k_H = \frac{1}{nq}$ ，B 正确；

- C. 由  $k_H = \frac{1}{nq}$ ， $n$  单位为  $m^{-3}$ ， $q$  单位为 C，故  $k_H$  单位为  $m^3/C$ ，并非  $m^2 \cdot s^{-1} \cdot A^{-1}$ ，

C 错误；

- D. 公式中  $d$  是垂直于电流和磁场方向的横截面积边长，而非上下表面距离，D 错误；

故选 B。

## 3. 【答案】 C

### 【详解】

- A. 击中  $ab$  板的粒子中运动最长时间，则使粒子竖直向下运动，轨迹圆与  $ab$  相切，

轨迹圆的弧长为  $\frac{3}{4}$  周长，所用时长  $t_1 = \frac{3}{4} \times \frac{2\pi m}{Bq} = \frac{3\pi m}{2Bq}$ ，故 A 错误；

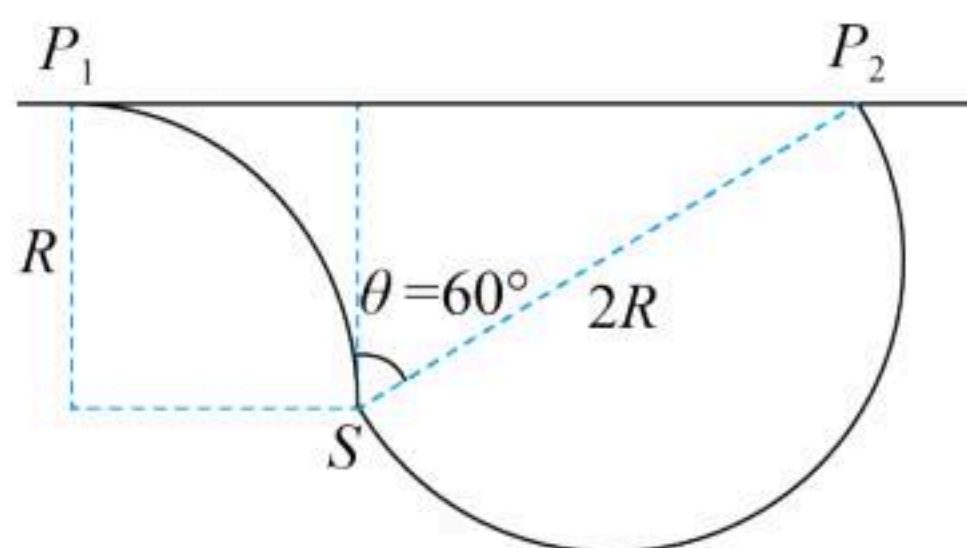
- B. 击中  $ab$  板的粒子运动的最短时间，应使粒子与竖直方向成  $30^\circ$  向上运动，

轨迹圆的弦长最短，此时粒子在磁场中运动的时间最短，轨迹圆的弧长为  $\frac{1}{6}$  周长，

所用时长  $t_2 = \frac{1}{6} \times \frac{2\pi m}{Bq} = \frac{\pi m}{3Bq}$ ，故 B 错误；

C. 由牛顿第二定律得  $qvB = m\frac{v^2}{R}$ ，解得  $R = L$

轨迹如图所示



$ab$  上被粒子打中的区域的长度  $x = L + \sqrt{(2L)^2 - L^2} = (\sqrt{3} + 1)L$ ，故 C 正确；

D. 沿竖直向上方向和沿竖直向下方向射出的粒子均与屏相切，即射出在  $S$  点右侧的粒子可以打在  $ab$  平面感光板上，射出方向所占夹角为  $180^\circ$ ，故各个方向均匀发射的粒子中有 50% 的粒子可以击中  $ab$  板，故 D 错误。

故选 C。

#### 4. 【答案】 C

【详解】

线框中产生的感应电动势为  $E = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

其中  $\Delta\Phi = BL^2 \cos(\omega t) = B_0 \sin(\omega t) \cdot L^2 \cos(\omega t) = \frac{1}{2} B_0 L^2 \sin(2\omega t)$

可得  $E = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = NB_0 L^2 \omega \cos(2\omega t)$

A.  $t = 0$  时，线框中的感应电动势最大，则感应电流最大，故 A 错误；

B. 线框产生的交变电流的周期为  $T = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{\omega}$ ，故 B 错误；

C. 因为  $E = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = NB_0 L^2 \omega \cos(2\omega t)$

可知  $t = \frac{\pi}{2\omega}$  时，线框产生的感应电动势最大，故 C 正确；

D. 因为  $E = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = NB_0 L^2 \omega \cos(2\omega t)$

可知  $t = \frac{\pi}{4\omega}$  时，线框产生的感应电动势最小，则线框中的感应电流最小，故 D 错误。

故选 C。

### 5. 【答案】 C

【详解】

A. 根据  $q = \frac{\Delta\Phi}{R}$  进、出磁场过程中磁通量变化量相同，电阻  $R$  不变，

所以通过截面的电荷量相同，故 A 错误；

B. 进磁场时线圈速度大，感应电动势大，感应电流大，安培力大，克服安培力做功多，产生的焦耳热多；出磁场时速度小，产生的焦耳热少，故 B 错误；

C. 设线圈在磁场中匀速运动的速度为  $v$ ，

根据动量定理进磁场过程  $-B\bar{I}_1 L \Delta t_1 = mv - mv_1$

又  $q_1 = \bar{I}_1 \Delta t_1 = \frac{\Delta\Phi}{R}$ ，所以  $-BLq_1 = mv - mv_1$

出磁场过程  $-B\bar{I}_2 L \Delta t_2 = mv_2 - mv$

$q_2 = \bar{I}_2 \Delta t_2 = \frac{\Delta\Phi}{R}$

所以  $-BLq_2 = mv_2 - mv$

因为  $q_1 = q_2$ ，所以  $mv - mv_1 = mv_2 - mv$

解得  $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$ ，故 C 正确；

D. 进磁场时平均速度大，位移相同，所以时间短；出磁场时平均速度小，时间长，故 D 错误。

故选 C。

### 6. 【答案】 C

【详解】

- A.  $I_c$  顺时针而  $I_d = 0$ ，则  $c$  线圈受到向右的安培力，故手机的加速度是向左，使镜头处于零加速度状态，故 A 错误；
- B.  $I_d$  顺时针而  $I_c = 0$ ，则  $d$  线圈受到向上的安培力，镜头处于零加速度状态，则手机加速度方向向下，故 B 错误；
- C. 若  $a$  的方向左偏上  $30^\circ$ ，说明手机框架给镜头向上以及向左的作用力，要使得镜头处于零加速度状态，线圈  $c$  需要受到向右的安培力  $F_c$ 、线圈  $d$  需要受到向下的安培力  $F_d$ ，且  $F_c > F_d$ ，故可知  $I_c$  顺时针， $I_d$  逆时针，由  $F = BIl$  可知  $I_c > I_d$ ，故 C 正确；
- D. 若  $a$  的方向右偏上  $30^\circ$ ，说明手机框架给镜头向上以及向右的作用力，且向右的分力大于向上的分力要使得镜头处于零加速度状态，线圈  $c$  需要受到向左的安培力  $F_c$ 、线圈  $d$  需要受到向下的安培力  $F_d$ ，且  $F_c > F_d$ ，可知  $I_c$  逆时针， $I_d$  逆时针，且  $I_c > I_d$ ，故 D 错误。

故选 C。

## 7. 【答案】 D

### 【详解】

- A. 依题意，穿过空心区域的磁场均匀增大，根据法拉第电磁感应定律结合楞次定理可判断知“正方体”金属导体内部将产生恒定的，方向从上往下看为顺时针的感应电流，根据左手定则，由于对称性，可知“正方体”金属导体受到的合安培力为零。

设每根细线与竖直方向夹角为  $\theta$ ，

$$\text{则根据平衡条件可得 } 4F \cos \theta = G, \quad \cos \theta = \frac{\sqrt{L^2 - (\frac{\sqrt{2}d}{2})^2}}{L}$$

$$\text{求得每根细线承受的拉力为 } F = \frac{GL}{4\sqrt{L^2 - \frac{d^2}{2}}}$$

故 A 正确；

B. 根据法拉第电磁感应定律可得，

$$\text{“正方体”金属导体内产生的感应电动势大小为 } E = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = kd^2$$

故 B 正确；

C. 根据楞次定理，可判断知“正方体”金属导体内部将产生恒定，

$$\text{方向从上往下看为顺时针的感应电流，则该正方体的热功率为 } P = \frac{E^2}{R}$$

$$\text{根据电阻定律有 } R = \rho \frac{L}{S'} = \rho \frac{4d}{\frac{1}{2}d(d-r)}$$

$$\text{联立求得 } P = \frac{k^2 d^4 (d-r)}{8\rho}$$

故 C 正确；

D. 在该正方体周围铺上一层低电阻率（小于  $\rho$ ）的钢板，根据  $P = \frac{k^2 d^4 (d-r)}{8\rho}$

知反而增大了涡流产生的影响，故 D 错误。

由于本题选择错误的，故选 D。

## 8. 【答案】 CD

### 【详解】

- A. 根据右手螺旋定则可知导线右边的磁场方向垂直纸面向外，圆环水平向右的速度抛出，离通电直导线越远，磁场强度越小，故线圈中的磁通量向外变小，根据楞次定律，可判断出圆环的感应电流为逆时针方向的电流，A 错误；
- C. 圆环在水平向右运动的过程中，根据楞次定律的推论“来阻去留”，可知圆环水平速度一直在减小，C 正确；
- B. 竖直方向的分运动不改变线圈的磁通量，通电直导线周围的磁感应强度随距离越远，磁感应强度越小，由直线电流外磁感应强度变化规律知磁感应强度随距离的增大变化的越来越慢，且圆环水平方向的速度也越来越小，故圆环的磁通量的变

化率越来越小，圆环中感应电流的大小不断减小，B 错误；

D. 圆环抛出后，圆环的感应电流在竖直方向上的安培力合力为零，

故圆环在竖直方向的加速度始终等于重力加速度，D 正确。

故选 CD。

## 9. 【答案】 BD

### 【详解】

A. 金属棒运动过程中，回路（金属棒与导轨组成）的面积先增大后减小。

根据楞次定律，磁通量先增大后减小，感应电流的磁场先与原磁场相反（向外）

后与原磁场相同（向里）。由右手螺旋定则可知，感应电流方向先由  $b$  到  $a$ ，

后由  $a$  到  $b$ ，故 A 错误；

B. 安培力方向与电流方向和磁场方向都垂直，因此始终与金属棒垂直，故 B 正确；

C. 金属棒  $a$  端沿竖直方向运动， $b$  端沿水平方向运动，两者速度方向不同，

将两速度正交分解，根据沿杆的速度大小相等可知，两速度大小不始终相等，

故 C 错误；

D. 根据  $q = \frac{\Delta\Phi}{R}$ ， $q$  为通过横截面的电荷量， $\Delta\Phi$  为磁通量变化量， $R$  为回路电阻。

整个运动过程，初态和末态回路的磁通量都为 0，所以  $\Delta\Phi = 0$ ，

则通过金属棒横截面的电荷量  $q = 0$ ，故 D 正确。

故选 BD。

## 10. 【答案】 BD

### 【详解】

A. 甲粒子恰好沿轴线射出金属板，可知甲受到的电场力与洛伦兹力等大反向，

由于甲受到的电场力竖直向下，则洛伦兹力竖直向上，

由左手定则可知磁场的方向垂直纸面向里，故 A 错误；

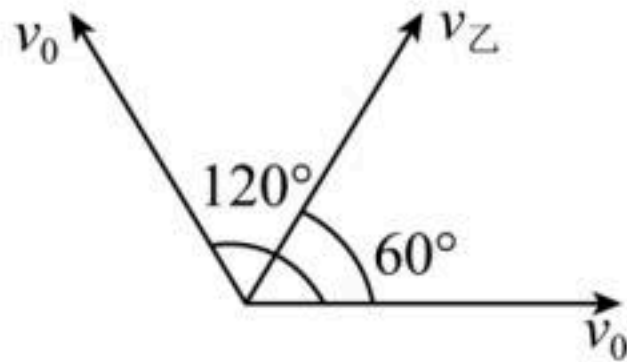
B. 对甲粒子有  $Eq = qBv_0$ ，解得  $E = Bv_0$ ，故 B 正确；

C. 对乙粒子，根据动能定理有  $-Eq \times \frac{d}{2} = \frac{1}{2} \times m_0 \times v_Z^2 - \frac{1}{2} \times m_0 \times (2v_0)^2$

联立解得粒子在  $N$  点的速度  $v_Z = v_0$

乙粒子的运动可分解为速度大小为  $v_0$  的匀速圆周运动和水平向右、

速度大小为  $v_0$  的匀速直线运动，如图所示



根据速度的合成与分解可知，乙粒子从  $N$  点射出时的速度方向与  $MN$  的夹角为  $60^\circ$ ，

故 C 错误；

D. 乙粒子做圆周运动转过一周前从  $N$  射出，则在磁场中转过的角度为  $\theta = 120^\circ$

乙粒子在磁场中做圆周运动的周期  $T = \frac{2\pi m}{qB}$

乙粒子在磁场中做圆周运动的半径  $r = \frac{mv_0}{qB}$

则金属板的长度  $l = \frac{\theta}{360^\circ} T \times v_0 + r \sin 60^\circ = \frac{(3\sqrt{3} + 4\pi)m_0 v_0}{6qB}$ ，故 D 正确。

故选 BD。

11. 【答案】 向左 变长  $E_1 = E_2$   $R_1 > R_2$

【详解】

(1) 断开开关，线圈电流减小，根据楞次定律，感应电流的效果总是要反抗产生感应电流的原因，线圈会产生和原电流方向相同的感应电流，

故灯泡上的电流方向向左；

产生的感应电流和自感系数成正比，线圈中插入铁芯，自感系数增大，

感应电流增大，断开开关后灯泡上电流持续的时间变长。

(2) 若①②两条曲线对应的电源电动势分别为  $E_1$ 、 $E_2$ ，由乙图可知，在断开开关之前，

①②电流相同，根据闭合电路欧姆定律知，电源电动势相同，即  $E_1 = E_2$ ；

乙图曲线与坐标系围成的面积表示通过导体截面的电荷量，即  $S = I\Delta t = q = \frac{\Delta\phi}{R}$ ，

若①②两条曲线对应的灯泡电阻分别为  $R_1$ 、 $R_2$ ，根据乙图可知， $S_1 < S_2$ ，

且线圈磁通量变化  $\Delta\phi$  相同，则有  $\frac{\Delta\phi}{R_1} < \frac{\Delta\phi}{R_2}$ ，可得： $R_1 > R_2$

## 12. 【答案】

(1) 远大于      48.0      小于

(2) 仍使灵敏电流计的示数为零      1.44      1.33      没有

### 【详解】

(1) 用半偏法测量灵敏电流计 G 的内阻，为减小系统误差，使闭合开关  $S_2$  前后，

干路电流不变，应使滑动变阻器  $R_1$  的有效阻值远大于  $R_g$ ，

同时使电流表能达到满偏，电源也应选电动势较大的。

闭合  $S_2$  前后认为干路电流不变，调节电阻箱  $R_2$ ，使得 G 的示数为  $\frac{1}{2}I_g$ ，

此时电阻箱  $R_2$  的电流也为  $\frac{1}{2}I_g$ ，故电流表内阻与电阻箱的阻值相等，

如图乙所示，则 G 的内阻  $R_g = 48.0\Omega$ 。

闭合开关时电流表与电阻箱并联，电路总电阻减小，由闭合电路的欧姆定律可知，

干路电流变大，当电流表半偏时流过电阻箱的电流大于流过电流表的电流，

电阻箱阻值小于电流表内阻，实验认为电流表内阻等于电阻箱阻值，则电流表

内阻的测量值小于真实值。

(2) 根据实验原理，每次改变  $R_1$ 、 $R_2$  的阻值，都应使灵敏电流计 G 的示数为零，

则灵敏电流计上下两端点等势，则始终有  $E = U + Ir$

变形可得  $U = E - Ir$

由图丁可得纵截距表示电源电动势  $E = 1.44\text{V}$

$$\text{内阻为 } r = \frac{1.44 - 0.8}{0.48} \Omega = 1.33\Omega$$

13. 【答案】 (1)  $\frac{2mg \tan \theta}{3IL}$ ; (2)  $\frac{2mg \sin \theta}{3IL}$

【详解】

(1) 若施加竖直向上的匀强磁场，根据安培力公式可得  $AB$  棒所受安培力大小为  $F_{AB} = B_1 IL$ ，方向垂直纸面向外。

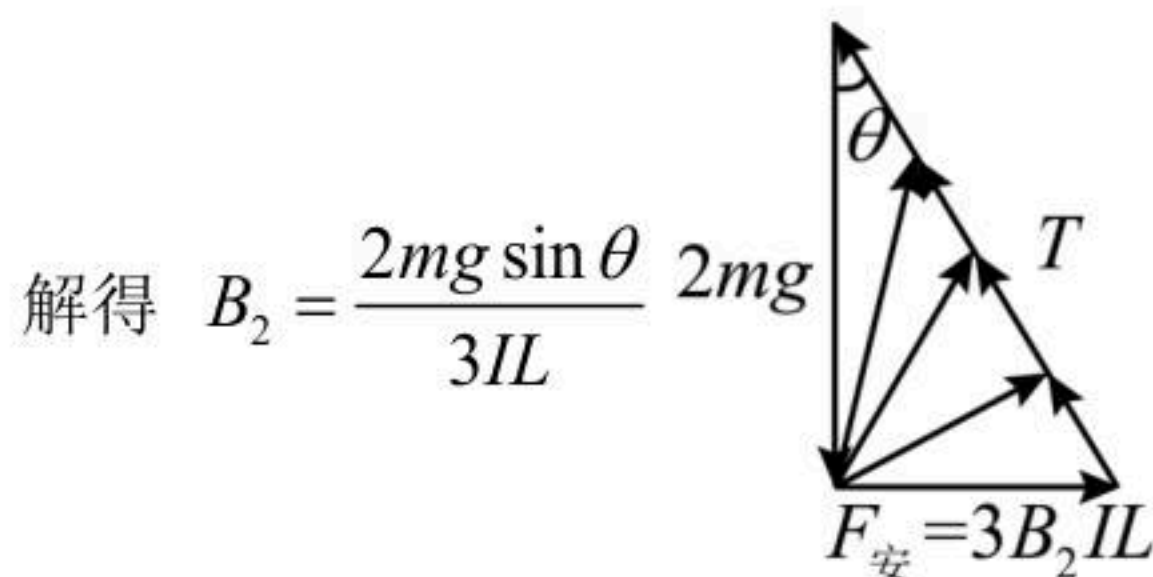
$CD$  棒所受安培力大小为  $F_{CD} = 2B_1 IL$ ，方向垂直纸面向外。

对两棒组成的整体，根据平衡条件可知  $\tan \theta = \frac{F_{AB} + F_{CD}}{2mg}$

$$\text{解得 } B_1 = \frac{2mg \tan \theta}{3IL}$$

(2) 如图所示，可知当两棒整体所受安培力垂直于  $OA$  ( $O'B$ ) 时保持平衡所需的安培力最小，即此时所施加匀强磁场的磁感应强度最小，

由平衡条件得  $2mg \sin \theta = 3B_2 IL$



14. 【答案】 (1)  $x_a = \frac{2x_0}{3}$  (2)  $Q_a = \frac{kx_0^2}{6} - mv_0^2$  (3)  $d = \frac{x_0}{3} + \frac{mv_0(R+2r)}{2B^2L^2}$

【详解】

(1) 设弹簧弹开两棒的过程中，任一时刻流过两棒的电流为  $I$ ，

$$\text{则有 } F_a = 2BIL = F_b = BI \cdot 2L$$

故两棒系统动量守恒，根据动量守恒定律可得  $mv_a = 2mv_b$

其中  $v_a = \frac{x_a}{t}$ ,  $v_b = \frac{x_b}{t}$ , 且有  $x_a + x_b = x_0$

整理可得  $mx_a = 2mx_b$ , 联立解得  $x_a = \frac{2x_0}{3}$ ,  $x_b = \frac{x_0}{3}$

(2) 弹簧恢复原长时, 根据动量守恒则有  $mv_a = 2mv_0$

根据能量守恒则有  $\frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}mv_a^2 + \frac{1}{2}2mv_0^2 + Q_a + Q_b$

结合题意可知  $\frac{Q_a}{Q_b} = \frac{r}{2r}$

解得  $Q_a = \frac{kx_0^2}{6} - mv_0^2$

15. 【答案】 (1)  $\frac{U_2}{dB_1}$  (2)  $\sqrt{\frac{U_2^2}{d^2 B_1^2} - \frac{4U_1 U_2}{B_1 B_2 ld}}$  (3)  $\frac{qB_2(l-2b)}{2a}$

【详解】

(1) 在速度选择器中, 根据平衡条件, 有  $qvB_1 = qE$

电场强度为  $E = \frac{U_2}{d}$ , 联立可得  $v = \frac{U_2}{dB_1}$

(2) 在磁分析器中, 洛伦兹力提供向心力, 有  $qvB_2 = m\frac{v^2}{r}$

由图可知  $l=2r$ , 联立可得  $m = \frac{qB_1 B_2 ld}{2U_2}$

在加速电场中, 根据动能定理, 有  $qU_1 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

解得  $v_0 = \sqrt{\frac{U_2^2}{d^2 B_1^2} - \frac{4U_1 U_2}{B_1 B_2 ld}}$

(3) 在磁分析器中, 从  $O$  到  $Q$ , 沿  $x$  方向根据动量定理有

$$-\sum kv_x t - \sum qv_y B_2 t = 0 - mv$$

其中在  $x$  方向, 有  $\sum v_x t = a$

在  $y$  方向, 有  $\sum v_y t = b$

代入可得  $ka + qB_2b = mv$ ，解得  $k = \frac{qB_2(l-2b)}{2a}$