ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ЛОМОНОСОВ»
ПО ГЕОЛОГИИ
2013/2014 учебный год

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА

ЗАДАНИЯ 2-го ТУРА ОТБОРОЧНОГО ЭТАПА
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 10-11 КЛАССОВ

Задача 1.1.

1. Относительная деформация *ε(t)* ползучести грунтов в момент времени $t, t \ge 0.2$ (ч) зависит от времени по закону $\varepsilon(t) = 0.005 \cdot 2^{(2t-0.4)} + 0.015 \cdot 2^{(t-0.2)}$.

Определите длительность промежутка времени, в течение которого значение *ε(t)* находится в пределах от 0.032 до 0.042.

Решение.

Величину $2^{(t-0.2)}$ обозначим через *y>0*. Тогда условие задачи перепишем в виде двойного неравенства

$0.032 \le 0.005 \cdot y^2 + 0.015 \cdot y \le 0.042 \Leftrightarrow 32 \le 5y^2 + 15y^2 \le 42$,

из которого следует:

$$0.5 \cdot (\sqrt{\frac{173}{5}} - 3) \le y = 2^{(t-0.2)} \le 0.5 \cdot (\sqrt{\frac{213}{5}} - 3) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{173}{5}} - 3)) \le t - 0.2 \le \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{213}{5}} - 3)) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{173}{5}} - 3)) \le t \le 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{213}{5}} - 3))$$

Искомая длина промежутка времени равна $\log_2 \frac{\sqrt{213/5} - 3}{\sqrt{173/5} - 3}$ =0.291(ч).

Ответ: $\log_2 \frac{\sqrt{213/5} - 3}{\sqrt{173/5} - 3}$ **(=0.291)(ч).**

Задача 1.2.

2. Относительная деформация *ε(t)* ползучести грунтов в момент времени $t, t \ge 0.2$ (ч) зависит от времени по закону $\varepsilon(t) = 0.005 \cdot 2^{(2t-0.4)} + 0.015 \cdot 2^{(t-0.2)}$.

Определите длительность промежутка времени, в течение которого значение *ε(t)* находится в пределах от 0.034 до 0.044.

Решение.

Величину $2^{(t-0.2)}$ обозначим через *y>0*. Тогда условие задачи перепишем в виде двойного неравенства

$0.034 \le 0.005 \cdot y^2 + 0.015 \cdot y \le 0.044 \Leftrightarrow 34 \le 5y^2 + 15y \le 44$,

из которого следует:

$$0.5 \cdot (\sqrt{\frac{181}{5}} - 3) \le y = 2^{(t-0.2)} \le 0.5 \cdot (\sqrt{\frac{221}{5}} - 3) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{181}{5}} - 3)) \le t - 0.2 \le \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{221}{5}} - 3)) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{181}{5}} - 3)) \le t \le 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{221}{5}} - 3))$$

Искомая длина промежутка времени равна $\log_2 \frac{\sqrt{221/5} - 3}{\sqrt{181/5} - 3}$ =0.274(ч).

Ответ: $\log_2 \frac{\sqrt{221/5} - 3}{\sqrt{181/5} - 3}$ **(=0.274)(ч).**

Задача 1.3.

3. Относительная деформация *ε(t)* ползучести грунтов в момент времени $t, t \geq 0.2$ (ч) зависит от времени по закону $\varepsilon(t) = 0.005 \cdot 2^{(2t-0.4)} + 0.015 \cdot 2^{(t-0.2)}$.

Определите длительность промежутка времени, в течение которого значение *ε(t)* находится в пределах от 0.036 до 0.046.

Решение.

Величину $2^{(t-0.2)}$ обозначим через *y>0*. Тогда условие задачи перепишем в виде двойного неравенства

$$0.036 \leq 0.005 \cdot y^2 + 0.015 \cdot y \leq 0.046 \Leftrightarrow 36 \leq 5y^2 + 15y \leq 46,$$

из которого следует:

$$0.5 \cdot (\sqrt{\frac{189}{5}} - 3) \leq y = 2^{(t-0.2)} \leq 0.5 \cdot (\sqrt{\frac{229}{5}} - 3) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{189}{5}} - 3)) \leq t - 0.2 \leq \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{229}{5}} - 3)) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{189}{5}} - 3)) \leq t \leq 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{229}{5}} - 3))$$

Искомая длина промежутка времени равна $\log_2 \frac{\sqrt{229/5} - 3}{\sqrt{189/5} - 3}$ =0.259(ч).

Ответ: $\log_2 \frac{\sqrt{229/5} - 3}{\sqrt{189/5} - 3}$ **(=0.259)(ч).**

Задача 1.4.

4. Относительная деформация *ε(t)* ползучести грунтов в момент времени $t, t \geq 0.2$ (ч) зависит от времени по закону $\varepsilon(t) = 0.005 \cdot 2^{(2t-0.4)} + 0.015 \cdot 2^{(t-0.2)}$.

Определите длительность промежутка времени, в течение которого значение *ε(t)* находится в пределах от 0.038 до 0.048.

Решение.

Величину $2^{(t-0.2)}$ обозначим через *y>0*. Тогда условие задачи перепишем в виде двойного неравенства

$$0.038 \leq 0.005 \cdot y^2 + 0.015 \cdot y \leq 0.048 \Leftrightarrow 38 \leq 5y^2 + 15y \leq 48,$$

из которого следует:

$$0.5 \cdot (\sqrt{\frac{197}{5}} - 3) \leq y = 2^{(t-0.2)} \leq 0.5 \cdot (\sqrt{\frac{237}{5}} - 3) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{197}{5}} - 3)) \leq t - 0.2 \leq \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{237}{5}} - 3)) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{197}{5}} - 3)) \leq t \leq 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{237}{5}} - 3))$$

Искомая длина промежутка времени равна $\log_2 \frac{\sqrt{237/5} - 3}{\sqrt{197/5} - 3}$ =0.245(ч).

Ответ: $\log_2 \frac{\sqrt{237/5} - 3}{\sqrt{197/5} - 3}$ **(=0.245)(ч).**

Задача 1.5.

5. Относительная деформация *ε(t)* ползучести грунтов в момент времени $t, t \geq 0.2$ (ч) зависит от времени по закону $\varepsilon(t) = 0.005 \cdot 2^{(2t-0.4)} + 0.015 \cdot 2^{(t-0.2)}$.

Определите длительность промежутка времени, в течение которого значение *ε(t)* находится в пределах от 0.040 до 0.050.

Решение.

Величину $2^{(t-0.2)}$ обозначим через *y>0*. Тогда условие задачи перепишем в виде двойного неравенства

$$0.040 \leq 0.005 \cdot y^2 + 0.015 \cdot y \leq 0.050 \Leftrightarrow 40 \leq 5y^2 + 15y \leq 50,$$

из которого следует:

$$0.5 \cdot (\sqrt{\frac{205}{5}} - 3) \leq y = 2^{(t-0.2)} \leq 0.5 \cdot (\sqrt{\frac{245}{5}} - 3) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{205}{5}} - 3)) \leq t - 0.2 \leq \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{245}{5}} - 3)) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{205}{5}} - 3)) \leq t \leq 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{245}{5}} - 3))$$

Искомая длина промежутка времени равна $\log_2 \frac{\sqrt{245/5} - 3}{\sqrt{205/5} - 3}$ =0.233(ч).

Ответ: $\log_2 \frac{\sqrt{245/5} - 3}{\sqrt{205/5} - 3}$ **(=0.233)(ч).**

Задача 1.6.

6. Относительная деформация *ε(t)* ползучести грунтов в момент времени $t, t \geq 0.2$ (ч) зависит от времени по закону $\varepsilon(t) = 0.005 \cdot 2^{(2t-0.4)} + 0.015 \cdot 2^{(t-0.2)}$.

Определите длительность промежутка времени, в течение которого значение *ε(t)* находится в пределах от 0.042 до 0.052.

Решение. Величину $2^{(t-0.2)}$ обозначим через *y>0*. Тогда условие задачи перепишем в виде двойного неравенства

$$0.042 \leq 0.005 \cdot y^2 + 0.015 \cdot y \leq 0.052 \Leftrightarrow 42 \leq 5y^2 + 15y \leq 52,$$

из которого следует:

$$0.5 \cdot (\sqrt{\frac{213}{5}} - 3) \leq y = 2^{(t-0.2)} \leq 0.5 \cdot (\sqrt{\frac{253}{5}} - 3) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{213}{5}} - 3)) \leq t - 0.2 \leq \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{253}{5}} - 3)) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{213}{5}} - 3)) \leq t \leq 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{253}{5}} - 3))$$

Искомая длина промежутка времени равна $\log_2 \frac{\sqrt{253/5} - 3}{\sqrt{213/5} - 3}$ =0.222(ч).

Ответ: $\log_2 \frac{\sqrt{253/5} - 3}{\sqrt{213/5} - 3}$ **(=0.222)(ч).**

Задача 1.7.

7. Относительная деформация *ε(t)* ползучести грунтов в момент времени $t, t \geq 0.2$ (ч) зависит от времени по закону $\varepsilon(t) = 0.005 \cdot 2^{(2t-0.4)} + 0.015 \cdot 2^{(t-0.2)}$.

Определите длительность промежутка времени, в течение которого значение *ε(t)* находится в пределах от 0.046 до 0.056.

Решение. Величину $2^{(t-0.2)}$ обозначим через *y>0*. Тогда условие задачи перепишем в виде двойного неравенства

$$0.046 \leq 0.005 \cdot y^2 + 0.015 \cdot y \leq 0.056 \Leftrightarrow 46 \leq 5y^2 + 15y \leq 56,$$

из которого следует:

$$0.5 \cdot (\sqrt{\frac{229}{5}} - 3) \leq y = 2^{(t-0.2)} \leq 0.5 \cdot (\sqrt{\frac{269}{5}} - 3) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{229}{5}} - 3)) \leq t - 0.2 \leq \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{269}{5}} - 3)) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{229}{5}} - 3)) \leq t \leq 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{269}{5}} - 3))$$

Искомая длина промежутка времени равна $\log_2 \frac{\sqrt{269/5} - 3}{\sqrt{229/5} - 3}$ =0.202(ч).

Ответ: $\log_2 \frac{\sqrt{269/5} - 3}{\sqrt{229/5} - 3}$ **(=0.202)(ч).**

Задача 1.8.

8. Относительная деформация *ε(t)* ползучести грунтов в момент времени $t, t \geq 0.2$ (ч) зависит от времени по закону $\varepsilon(t) = 0.005 \cdot 2^{(2t-0.4)} + 0.015 \cdot 2^{(t-0.2)}$.

Определите длительность промежутка времени, в течение которого значение *ε(t)* находится в пределах от 0.048 до 0.058.

Решение. Величину $2^{(t-0.2)}$ обозначим через *y>0*. Тогда условие задачи перепишем в виде двойного неравенства

$$0.048 \leq 0.005 \cdot y^2 + 0.015 \cdot y \leq 0.058 \Leftrightarrow 48 \leq 5y^2 + 15y \leq 58,$$

из которого следует:

$$0.5 \cdot (\sqrt{\frac{237}{5}} - 3) \leq y = 2^{(t-0.2)} \leq 0.5 \cdot (\sqrt{\frac{277}{5}} - 3) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{237}{5}} - 3)) \leq t - 0.2 \leq \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{277}{5}} - 3)) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{237}{5}} - 3)) \leq t \leq 0.2 + \log_2(0.5 \cdot (\sqrt{\frac{277}{5}} - 3))$$

Искомая длина промежутка времени равна $\log_2 \frac{\sqrt{277/5} - 3}{\sqrt{237/5} - 3}$ =0.194(ч).

Ответ: $\log_2 \frac{\sqrt{277/5} - 3}{\sqrt{237/5} - 3}$ **(=0.194)(ч).**

Задание 2.

Задача 2.1. Количество газа, разведанного или добытого на газовом месторождении, обычно характеризуют объемом, который занимал бы этот газ при нормальных условиях, т.е. при атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па и температуре $t = 0$ °C.

За начальный период эксплуатации газового месторождения было добыто $V_1 = 10^6$ м^3 газа. При этом давление газа в скважине понизилось с первоначального значения $p_1 = 150\ p_0$ до значения $p_2 = 149\ p_0$. Каковы первоначальные запасы V_0 газа в месторождении? Считать, что при эксплуатации скважины общий объем, который занимает газ в осадочных породах, а также температура газа в месторождении остаются неизменными.

Решение.

Пусть

$V_м$ – объем газа в месторождении,

T – его температура в месторождении,

m – его первоначальная масса в месторождении,

Δm – масса газа, добытого за начальный период эксплуатации,

μ – молярная масса газа,

$T_0 = 273$ K – абсолютная температура при нормальных условиях.

Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для газа в месторождении в момент перед началом эксплуатации:

$$p_1 V_м = (m/\mu)RT$$

и в момент, когда уже добыта масса газа Δm:

$$p_2 V_м = [(m - \Delta m)/\mu]RT.$$

Поделив второе уравнение на первое, получим:

$$\frac{p_2}{p_1} = 1 - \frac{\Delta m}{m}, \text{ откуда } \frac{\Delta m}{m} = \frac{p_1 - p_2}{p_1}.$$

Запишем теперь уравнение Клапейрона–Менделеева для массы газа m и массы газа Δm при нормальных условиях:

$$p_0 V_0 = (m/\mu)RT_0,$$

$$p_0 V_1 = (\Delta m/\mu)RT_0.$$

Поделив второе из этих уравнений на первое, получим:

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{\Delta m}{m} = \frac{p_1 - p_2}{p_1}, \text{ откуда } V_0 = \frac{p_1 V_1}{p_1 - p_2} = \frac{150 p_0 \cdot 10^6 \text{ м}^3}{p_0} = 1{,}5 \cdot 10^8 \text{ м}^3.$$

Ответ: $V_0 = 1{,}5 \cdot 10^8$ м^3

Задача 2.2. Количество газа, разведанного или добытого на газовом месторождении, обычно характеризуют объемом, который занимал бы этот газ при нормальных условиях, т.е. при атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па и температуре $t = 0$ °C.

За начальный период эксплуатации газового месторождения было добыто $V_1 = 4 \cdot 10^6$ м^3 газа. При этом давление газа в скважине понизилось с первоначального значения $p_1 = 170\ p_0$ до значения $p_2 = 168\ p_0$. Каковы первоначальные запасы V_0 газа в месторождении? Считать, что при эксплуатации скважины общий объем, который занимает газ в осадочных породах, а также температура газа в месторождении остаются неизменными.

Решение.

Пусть

$V_м$ – объем газа в месторождении,

T – его температура в месторождении,

m – его первоначальная масса в месторождении,

Δm – масса газа, добытого за начальный период эксплуатации,

μ – молярная масса газа,

T_0 = 273 К – абсолютная температура при нормальных условиях.

Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для газа в месторождении в момент перед началом эксплуатации:

$$p_1V_м = (m/\mu)RT$$

и в момент, когда уже добыта масса газа Δm:

$$p_2V_м = [(m - \Delta m)/\mu]RT.$$

Поделив второе уравнение на первое, получим:

$$\frac{p_2}{p_1} = 1 - \frac{\Delta m}{m}, \text{ откуда } \frac{\Delta m}{m} = \frac{p_1 - p_2}{p_1}.$$

Запишем теперь уравнение Клапейрона–Менделеева для массы газа m и массы газа Δm при нормальных условиях:

$$p_0V_0 = (m/\mu)RT_0,$$

$$p_0V_1 = (\Delta m/\mu)RT_0.$$

Поделив второе из этих уравнений на первое, получим:

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{\Delta m}{m} = \frac{p_1 - p_2}{p_1}, \text{ откуда } V_0 = \frac{p_1V_1}{p_1 - p_2} = \frac{170\,p_0 \cdot 4 \cdot 10^6 \text{ м}^3}{2p_0} = 3{,}4 \cdot 10^8 \text{м}^3.$$

Ответ: V_0 = 3,4·10^8 м^3

Задача 2.3. Количество газа, разведанного или добытого на газовом месторождении, обычно характеризуют объемом, который занимал бы этот газ при нормальных условиях, т.е. при атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па и температуре t = 0 °С.

За начальный период эксплуатации газового месторождения было добыто $V_1 = 6 \cdot 10^8$ м^3 газа. При этом давление газа в скважине понизилось с первоначального значения $p_1 = 180\ p_0$ до значения $p_2 = 175\ p_0$. Каковы оставшиеся запасы V газа в месторождении? Считать, что при эксплуатации скважины общий объем, который занимает газ в осадочных породах, а также температура газа в месторождении остаются неизменными.

Решение.

Пусть

$V_м$ – объем газа в месторождении,

T – его температура в месторождении,

m – его первоначальная масса в месторождении,

Δm – масса газа, добытого за начальный период эксплуатации,

μ – молярная масса газа,

T_0 = 273 К – абсолютная температура при нормальных условиях.

Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для газа в месторождении в момент перед началом эксплуатации:

$$p_1V_м = (m/\mu)RT$$

и в момент, когда уже добыта масса газа Δm:

$$p_2V_м = [(m - \Delta m)/\mu]RT.$$

Поделив второе уравнение на первое, получим:

$$\frac{p_2}{p_1} = 1 - \frac{\Delta m}{m}, \text{ откуда } \frac{\Delta m}{m} = \frac{p_1 - p_2}{p_1}.$$

Запишем теперь уравнение Клапейрона–Менделеева для массы добытого газа Δm и массы оставшегося газа $(m - \Delta m)$ при нормальных условиях:

$$p_0V_1 = (\Delta m/\mu)RT_0,$$

$$p_0V = [(m - \Delta m)/\mu]RT_0,$$

Поделив второе из этих уравнений на первое, получим:

$$\frac{V}{V_1}=\frac{m}{\Delta m}-1=\frac{p_1}{p_1-p_2}-1=\frac{p_2}{p_1-p_2}\text{, откуда}$$

$$V=\frac{p_2V_1}{p_1-p_2}=\frac{175p_0\cdot 6\cdot 10^8\ \text{м}^3}{5p_0}=2{,}1\cdot 10^{10}\text{м}^3.$$

Ответ: V_0 = 2,1·10^{10} м^3

Задача 2.4. Количество газа, разведанного или добытого на газовом месторождении, обычно характеризуют объемом, который занимал бы этот газ при нормальных условиях, т.е. при атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па и температуре t = 0 °С.

За начальный период эксплуатации газового месторождения было добыто $V_1 = 2{\cdot}10^9$ м^3 газа. При этом давление газа в скважине понизилось с первоначального значения $p_1 = 250\ p_0$ до значения $p_2 = 225\ p_0$. Каковы оставшиеся запасы V газа в месторождении? Считать, что при эксплуатации скважины общий объем, который занимает газ в осадочных породах, а также температура газа в месторождении остаются неизменными.

Решение.

Пусть

$V_м$ – объем газа в месторождении,

T – его температура в месторождении,

m – его первоначальная масса в месторождении,

Δm – масса газа, добытого за начальный период эксплуатации,

μ – молярная масса газа,

T_0 = 273 К – абсолютная температура при нормальных условиях.

Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для газа в месторождении в момент перед началом эксплуатации:

$$p_1V_м = (m/\mu)RT$$

и в момент, когда уже добыта масса газа Δm:

$$p_2V_м = [(m - \Delta m)/\mu]RT.$$

Поделив второе уравнение на первое, получим:

$$\frac{p_2}{p_1}=1-\frac{\Delta m}{m},\ \text{откуда}\ \frac{\Delta m}{m}=\frac{p_1-p_2}{p_1}.$$

Запишем теперь уравнение Клапейрона–Менделеева для массы добытого газа Δm и массы оставшегося газа $(m - \Delta m)$ при нормальных условиях:

$$p_0V_1 = (\Delta m/\mu)RT_0,$$

$$p_0V = [(m - \Delta m)/\mu]RT_0,$$

Поделив второе из этих уравнений на первое, получим:

$$\frac{V}{V_1}=\frac{m}{\Delta m}-1=\frac{p_1}{p_1-p_2}-1=\frac{p_2}{p_1-p_2}\text{, откуда}$$

$$V=\frac{p_2V_1}{p_1-p_2}=\frac{225p_0\cdot 2\cdot 10^9\ \text{м}^3}{25p_0}=1{,}8\cdot 10^{10}\text{м}^3.$$

Ответ: V_0 = 1,8·10^{10} м^3

Задача 2.5. Количество газа, разведанного или добытого на газовом месторождении, обычно характеризуют объемом, который занимал бы этот газ при нормальных условиях, т.е. при атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па и температуре t = 0 °С.

Законсервированное газовое месторождение с остаточным давлением в скважине $p = 30\ p_0$ решено использовать в качестве подземного хранилища газа. С этой целью в месторождение через скважину закачали $V_0 = 10^8$ м^3 газа того же состава, что и газ, находящийся в месторождении. При этом давление газа в месторождении увеличилось на величину $\Delta p = 5\,p_0$. Каковы запасы V газа в месторождении перед началом закачки? Считать, что при эксплуатации месторождения общий объем, который занимает газ в осадочных породах, а также температура газа в месторождении остаются неизменными.

Решение.

Пусть

$V_м$ – объем газа в месторождении,

T – его температура в месторождении,

m – его первоначальная масса в месторождении,

Δm – масса закачанного газа,

μ – молярная масса газа,

T_0 = 273 К – абсолютная температура при нормальных условиях.

Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для газа в месторождении в момент перед началом закачки:

$$pV_м = (m/\mu)RT$$

и в момент, когда в месторождение закачана дополнительная масса газа Δm:

$$(p + \Delta p)V_м = [(m + \Delta m)/\mu]RT.$$

Поделив второе уравнение на первое, получим:

$$1+\frac{\Delta p}{p}=1+\frac{\Delta m}{m},\ \text{откуда}\ \frac{\Delta m}{m}=\frac{\Delta p}{p}.$$

Запишем теперь уравнение Клапейрона–Менделеева при нормальных условиях для первоначальной массы m газа в месторождении и массы закачанного газа Δm:

$$p_0V = (m/\mu)RT_0,$$

$$p_0V_0 = [(\Delta m)/\mu]RT_0,$$

Поделив первое из этих уравнений на второе, получим:

$$\frac{V}{V_0}=\frac{m}{\Delta m}=\frac{p}{\Delta p},\ \text{откуда}\ V=\frac{pV_0}{\Delta p}=\frac{30\,p_0\cdot 10^8\ \text{м}^3}{5\,p_0}=6\cdot 10^8\,\text{м}^3.$$

Ответ: $V = 6\cdot 10^8$ м^3

Задача 2.6. Количество газа, разведанного или добытого на газовом месторождении, обычно характеризуют объемом, который занимал бы этот газ при нормальных условиях, т.е. при атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па и температуре t = 0 °С.

Законсервированное газовое месторождение с остаточным давлением в скважине $p = 40\,p_0$ решено использовать в качестве подземного хранилища газа. С этой целью в месторождение через скважину закачали $V_0 = 10^7$ м^3 газа того же состава, что и газ, находящийся в месторождении. При этом давление газа в месторождении увеличилось на величину $\Delta p = 2\,p_0$. Каковы запасы V газа в месторождении перед началом закачки? Считать, что при эксплуатации месторождения общий объем, который занимает газ в осадочных породах, а также температура газа в месторождении остаются неизменными.

Решение.

Пусть

$V_м$ – объем газа в месторождении,

T – его температура в месторождении,

m – его первоначальная масса в месторождении,

Δm – масса закачанного газа,

μ – молярная масса газа,

T_0 = 273 К – абсолютная температура при нормальных условиях.

Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для газа в месторождении в момент перед началом закачки:

$$pV_м = (m/\mu)RT$$

и в момент, когда в месторождение закачана дополнительная масса газа Δm:

$$(p + \Delta p)V_м = [(m + \Delta m)/\mu]RT.$$

Поделив второе уравнение на первое, получим:

$$1+\frac{\Delta p}{p}=1+\frac{\Delta m}{m}, \text{ откуда } \frac{\Delta m}{m}=\frac{\Delta p}{p}.$$

Запишем теперь уравнение Клапейрона–Менделеева при нормальных условиях для первоначальной массы m газа в месторождении и массы закачанного газа Δm:

$$p_0V = (m/\mu)RT_0,$$

$$p_0V_0 = [(\Delta m)/\mu]RT_0,$$

Поделив первое из этих уравнений на второе, получим:

$$\frac{V}{V_0}=\frac{m}{\Delta m}=\frac{p}{\Delta p}, \text{ откуда } V=\frac{pV_0}{\Delta p}=\frac{40p_0\cdot 10^7 \text{ м}^3}{2p_0}=2\cdot 10^8 \text{ м}^3.$$

Ответ: $V = 2\cdot 10^8$ м^3

Задача 2.7. Количество газа, разведанного или добытого на газовом месторождении, обычно характеризуют объемом, который занимал бы этот газ при нормальных условиях, т.е. при атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па и температуре $t = 0$ °С.

Законсервированное газовое месторождение с остаточным давлением в скважине $p_1 = 30\,p_0$ решено использовать в качестве подземного хранилища газа. С этой целью в месторождение через скважину закачали $V_0 = 10^7$ м^3 газа того же состава, что и газ, находящийся в месторождении. При этом давление газа в месторождении увеличилось до $p_2 = 32\,p_0$. Каковы запасы V_1 газа в месторождении после закачки? Считать, что при эксплуатации месторождения общий объем, который занимает газ в осадочных породах, а также температура газа в месторождении остаются неизменными.

Решение.

Пусть

$V_м$ – объем газа в месторождении,

T – его температура в месторождении,

m – его первоначальная масса в месторождении,

Δm – масса закачанного газа,

μ – молярная масса газа,

$T_0 = 273$ К – абсолютная температура при нормальных условиях.

Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для газа в месторождении в момент перед началом закачки:

$$p_1V_м = (m/\mu)RT$$

и в момент, когда в месторождение закачана дополнительная масса газа Δm:

$$p_2V_м = [(m + \Delta m)/\mu]RT.$$

Поделив второе уравнение на первое, получим:

$$\frac{p_2}{p_1}=\frac{m+\Delta m}{m}.$$

Запишем теперь уравнение Клапейрона–Менделеева при нормальных условиях для первоначальной массы m газа в месторождении и его полной массы ($m + \Delta m$) после закачки:

$$p_0(V_1 - V_0) = (m/\mu)RT_0,$$

$$p_0V_1 = [(m + \Delta m)/\mu]RT_0,$$

Поделив первое из этих уравнений на второе, получим:

$$1-\frac{V_0}{V_1}=\frac{m}{m+\Delta m}=\frac{p_1}{p_2}, \text{ откуда } V_1=\frac{V_0}{1-\frac{p_1}{p_2}}=\frac{p_2V_0}{p_2-p_1}=\frac{32p_0\cdot 10^7\ \text{м}^3}{2p_0}=1{,}6\cdot 10^8\,\text{м}^3.$$

Ответ: V_1 = 1,6·10^8 м^3

Задача 2.8. Количество газа, разведанного или добытого на газовом месторождении, обычно характеризуют объемом, который занимал бы этот газ при нормальных условиях, т.е. при атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па и температуре $t = 0$ °C.
Законсервированное газовое месторождение с остаточным давлением в скважине $p_1 = 40\,p_0$ решено использовать в качестве подземного хранилища газа. С этой целью в месторождение через скважину закачали $V_0 = 10^7$ м^3 газа того же состава, что и газ, находящийся в месторождении. При этом давление газа в месторождении увеличилось до $p_2 = 42\,p_0$. Каковы запасы V_1 газа в месторождении после закачки? Считать, что при эксплуатации месторождения общий объем, который занимает газ в осадочных породах, а также температура газа в месторождении остаются неизменными.

Решение.

Пусть

- $V_м$ – объем газа в месторождении,
- T – его температура в месторождении,
- m – его первоначальная масса в месторождении,
- Δm – масса закачанного газа,
- μ – молярная масса газа,
- T_0 = 273 К – абсолютная температура при нормальных условиях.

Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для газа в месторождении в момент перед началом закачки:

$$p_1V_м = (m/\mu)RT$$

и в момент, когда в месторождение закачана дополнительная масса газа Δm:

$$p_2V_м = [(m + \Delta m)/\mu]RT.$$

Поделив второе уравнение на первое, получим:

$$\frac{p_2}{p_1}=\frac{m+\Delta m}{m}.$$

Запишем теперь уравнение Клапейрона–Менделеева при нормальных условиях для первоначальной массы m газа в месторождении и его полной массы (m + Δm) после закачки:

$$p_0(V_1 - V_0) = (m/\mu)RT_0,$$
$$p_0V_1 = [(m + \Delta m)/\mu]RT_0,$$

Поделив первое из этих уравнений на второе, получим:

$$1-\frac{V_0}{V_1}=\frac{m}{m+\Delta m}=\frac{p_1}{p_2}, \text{ откуда } V_1=\frac{V_0}{1-\frac{p_1}{p_2}}=\frac{p_2V_0}{p_2-p_1}=\frac{42p_0\cdot 10^7\ \text{м}^3}{2p_0}=2{,}1\cdot 10^8\,\text{м}^3.$$

Ответ: V_1 = 2,1·10^8 м^3

Задача 3.

3.1 При изучении морфологии песчаных зерен под микроскопом обнаружено зерно неправильной формы: две стороны являются катетами, соединяющая их сторона представляет собой дугу окружности. Эту фигуру неправильной формы можно получить так: круг радиуса 0.2 мм делится двумя перпендикулярными прямыми, одна из которых проходит через центр, а другая проходит на расстоянии 0.02 мм от центра, на 4 части, тогда одна из меньших частей является указанным зерном. Найдите коэффициент сферичности *k* этого зерна исходя из формулы $k=\sqrt{\frac{d}{D}}$, где *d* – диаметр вписанной в указанную фигуру окружности, а *D* – диаметр описанной вокруг фигуры окружности.

Решение.

Рассмотрим круг радиуса R с центром в точке O, пусть отрезки OA и OB – радиусы круга, при этом угол AOB острый. Из точки A опустим перпендикуляр на радиус OB, основание этого перпендикуляра обозначим через Q, длину отрезка OQ обозначим через h. Полученный криволинейный треугольник с катетами – отрезками прямых QA и QB и гипотенузой – дугой AB, является фигурой, коэффициент сферичности которой требуется найти. Длина катета QB равна R-h, длина катета QA равна $\sqrt{R^2-h^2}$. Пусть точка P – центр окружности радиуса r, касающейся отрезков QA, QB и дуги AB соответственно в точках M,N и K. Тогда OP=R-r, QM=QN=r, ON=h+r. Из треугольника OPN имеем равенство

$$OP^2=ON^2+NP^2 \Leftrightarrow (R-r)^2=(h+r)^2+r^2 \Leftrightarrow r=\sqrt{2R(R+h)}-(R+h).$$

Центр описанной вокруг криволинейного треугольника ABQ окружности находится на середине отрезка AB. Радиус описанной окружности равен

$$R_1=\frac{1}{2}AB=\frac{1}{2}\sqrt{QA^2+QB^2}=\frac{1}{2}\sqrt{R^2-h^2+(R-h)^2}=\frac{1}{2}\sqrt{2R(R-h)}.$$

Отсюда получаем искомое значение коэффициента сферичности *k* из равенства

$$k^2=2(\sqrt{2R(R+h)}-(R+h))/\sqrt{2R(R-h)}.$$

Подставляя значения *R*=0.2, *h*=0.02, получим

Ответ: *k*=0.756

3.2 При изучении морфологии песчаных зерен под микроскопом обнаружено зерно неправильной формы: две стороны являются катетами, соединяющая их сторона представляет собой дугу окружности. Эту фигуру неправильной формы можно получить так: круг радиуса 0.2 мм делится двумя перпендикулярными прямыми, одна из которых проходит через центр, а другая проходит на расстоянии 0.04 мм от центра, на 4 части, тогда одна из меньших частей является указанным зерном. Найдите коэффициент сферичности *k* этого зерна исходя из формулы $k=\sqrt{\frac{d}{D}}$, где *d* – диаметр вписанной в указанную фигуру окружности, а *D* – диаметр описанной вокруг фигуры окружности.

Решение.

Рассмотрим круг радиуса R с центром в точке O, пусть отрезки OA и OB – радиусы круга, при этом угол AOB острый. Из точки A опустим перпендикуляр на радиус OB, основание этого перпендикуляра обозначим через Q, длину отрезка OQ обозначим через h. Полученный криволинейный треугольник с катетами – отрезками прямых QA и QB и гипотенузой – дугой AB, является фигурой, коэффициент сферичности которой требуется найти. Длина катета QB равна R-h, длина катета QA равна $\sqrt{R^2-h^2}$. Пусть точка P – центр окружности радиуса r, касающейся отрезков

QA, QB и дуги AB соответственно в точках M,N и K. Тогда OP=R-r, QM=QN=r, ON=h+r. Из треугольника OPN имеем равенство

$$OP^2 = ON^2 + NP^2 \Leftrightarrow (R-r)^2 = (h+r)^2 + r^2 \Leftrightarrow r = \sqrt{2R(R+h)} - (R+h).$$

Центр описанной вокруг криволинейного треугольника ABQ окружности находится на середине отрезка AB. Радиус описанной окружности равен

$$R_1 = \frac{1}{2}AB = \frac{1}{2}\sqrt{QA^2 + QB^2} = \frac{1}{2}\sqrt{R^2 - h^2 + (R-h)^2} = \frac{1}{2}\sqrt{2R(R-h)}.$$

Отсюда получаем искомое значение коэффициента сферичности k из равенства

$$k^2 = 2(\sqrt{2R(R+h)} - (R+h)) / \sqrt{2R(R-h)}.$$

Подставляя значения R=0.2, h=0.04, получим

Ответ: *k*=0.743

3.3 При изучении морфологии песчаных зерен под микроскопом обнаружено зерно неправильной формы: две стороны являются катетами, соединяющая их сторона представляет собой дугу окружности. Эту фигуру неправильной формы можно получить так: круг радиуса 0.2 мм делится двумя перпендикулярными прямыми, одна из которых проходит через центр, а другая проходит на расстоянии 0.06 мм от центра, на 4 части, тогда одна из меньших частей является указанным зерном. Найдите коэффициент сферичности k этого зерна исходя из формулы $k = \sqrt{\frac{d}{D}}$, где d – диаметр вписанной в указанную фигуру окружности, а D – диаметр описанной вокруг фигуры окружности.

Решение.

Рассмотрим круг радиуса R с центром в точке O, пусть отрезки OA и OB – радиусы круга, при этом угол AOB острый. Из точки A опустим перпендикуляр на радиус OB, основание этого перпендикуляра обозначим через Q, длину отрезка OQ обозначим через h. Полученный криволинейный треугольник с катетами – отрезками прямых QA и QB и гипотенузой – дугой AB, является фигурой, коэффициент сферичности которой требуется найти. Длина катета QB равна R-h, длина катета QA равна $\sqrt{R^2 - h^2}$. Пусть точка P – центр окружности радиуса r, касающейся отрезков QA, QB и дуги AB соответственно в точках M,N и K. Тогда OP=R-r, QM=QN=r, ON=h+r. Из треугольника OPN имеем равенство

$$OP^2 = ON^2 + NP^2 \Leftrightarrow (R-r)^2 = (h+r)^2 + r^2 \Leftrightarrow r = \sqrt{2R(R+h)} - (R+h).$$

Центр описанной вокруг криволинейного треугольника ABQ окружности находится на середине отрезка AB. Радиус описанной окружности равен

$$R_1 = \frac{1}{2}AB = \frac{1}{2}\sqrt{QA^2 + QB^2} = \frac{1}{2}\sqrt{R^2 - h^2 + (R-h)^2} = \frac{1}{2}\sqrt{2R(R-h)}.$$

Отсюда получаем искомое значение коэффициента сферичности k из равенства

$$k^2 = 2(\sqrt{2R(R+h)} - (R+h)) / \sqrt{2R(R-h)}.$$

Подставляя значения R=0.2, h=0.06, получим

Ответ: *k*=0.727

3.4 При изучении морфологии песчаных зерен под микроскопом обнаружено зерно неправильной формы: две стороны являются катетами, соединяющая их сторона представляет собой дугу окружности. Эту фигуру неправильной формы можно получить так: круг радиуса 0.2 мм делится двумя перпендикулярными прямыми, одна из которых проходит через центр, а другая проходит на расстоянии 0.1 мм от центра, на 4 части, тогда одна из меньших частей является указанным зерном. Найдите коэффициент сферичности k этого зерна исходя из формулы $k=\sqrt{\frac{d}{D}}$, где d – диаметр вписанной в указанную фигуру окружности, а D – диаметр описанной вокруг фигуры окружности.

Решение.

Рассмотрим круг радиуса R с центром в точке O, пусть отрезки OA и OB – радиусы круга, при этом угол AOB острый. Из точки A опустим перпендикуляр на радиус OB, основание этого перпендикуляра обозначим через Q, длину отрезка OQ обозначим через h. Полученный криволинейный треугольник с катетами – отрезками прямых QA и QB и гипотенузой – дугой AB, является фигурой, коэффициент сферичности которой требуется найти. Длина катета QB равна R-h, длина катета QA равна $\sqrt{R^2-h^2}$. Пусть точка P – центр окружности радиуса r, касающейся отрезков QA, QB и дуги AB соответственно в точках M,N и K. Тогда OP=R-r, QM=QN=r, ON=h+r. Из треугольника OPN имеем равенство

$$OP^2=ON^2+NP^2 \Leftrightarrow (R-r)^2=(h+r)^2+r^2 \Leftrightarrow r=\sqrt{2R(R+h)}-(R+h).$$

Центр описанной вокруг криволинейного треугольника ABQ окружности находится на середине отрезка AB. Радиус описанной окружности равен

$$R_1=\frac{1}{2}AB=\frac{1}{2}\sqrt{QA^2+QB^2}=\frac{1}{2}\sqrt{R^2-h^2+(R-h)^2}=\frac{1}{2}\sqrt{2R(R-h)}.$$

Отсюда получаем искомое значение коэффициента сферичности k из равенства

$$k^2=2(\sqrt{2R(R+h)}-(R+h))/\sqrt{2R(R-h)}.$$

Подставляя значения R=0.2, h=0.1, получим

Ответ: *k*=0.681

3.5 При изучении морфологии песчаных зерен под микроскопом обнаружено зерно неправильной формы: две стороны являются катетами, соединяющая их сторона представляет собой дугу окружности. Эту фигуру неправильной формы можно получить так: круг радиуса 0.2 мм делится двумя перпендикулярными прямыми, одна из которых проходит через центр, а другая проходит на расстоянии 0.12 мм от центра, на 4 части, тогда одна из меньших частей является указанным зерном. Найдите коэффициент сферичности k этого зерна исходя из формулы $k=\sqrt{\frac{d}{D}}$, где d – диаметр вписанной в указанную фигуру окружности, а D – диаметр описанной вокруг фигуры окружности.

Решение.

Рассмотрим круг радиуса R с центром в точке O, пусть отрезки OA и OB – радиусы круга, при этом угол AOB острый. Из точки A опустим перпендикуляр на радиус OB, основание этого перпендикуляра обозначим через Q, длину отрезка OQ обозначим через h. Полученный криволинейный треугольник с катетами – отрезками прямых QA и QB и гипотенузой – дугой AB, является фигурой, коэффициент сферичности которой требуется найти. Длина катета QB равна R-h, длина катета QA равна $\sqrt{R^2-h^2}$. Пусть точка P – центр окружности радиуса r, касающейся отрезков QA, QB и дуги AB соответственно в точках M,N и K. Тогда OP=R-r, QM=QN=r, ON=h+r. Из треугольника OPN имеем равенство

$$OP^2=ON^2+NP^2 \Leftrightarrow (R-r)^2=(h+r)^2+r^2 \Leftrightarrow r=\sqrt{2R(R+h)}-(R+h).$$

Центр описанной вокруг криволинейного треугольника ABQ окружности находится на середине отрезка AB. Радиус описанной окружности равен

$$R_1 = \frac{1}{2}AB = \frac{1}{2}\sqrt{QA^2 + QB^2} = \frac{1}{2}\sqrt{R^2 - h^2 + (R-h)^2} = \frac{1}{2}\sqrt{2R(R-h)}\,.$$

Отсюда получаем искомое значение коэффициента сферичности k из равенства

$$k^2 = 2(\sqrt{2R(R+h)} - (R+h))/\sqrt{2R(R-h)}\,.$$

Подставляя значения R=0.2, h=0.12, получим

Ответ: *k*=0.65

3.6 При изучении морфологии песчаных зерен под микроскопом обнаружено зерно неправильной формы: две стороны являются катетами, соединяющая их сторона представляет собой дугу окружности. Эту фигуру неправильной формы можно получить так: круг радиуса 0.2 мм делится двумя перпендикулярными прямыми, одна из которых проходит через центр, а другая проходит на расстоянии 0.14 мм от центра, на 4 части, тогда одна из меньших частей является указанным зерном. Найдите коэффициент сферичности k этого зерна исходя из формулы $k = \sqrt{\frac{d}{D}}$, где d – диаметр вписанной в указанную фигуру окружности, а D – диаметр описанной вокруг фигуры окружности.

Решение.

Рассмотрим круг радиуса R с центром в точке O, пусть отрезки OA и OB – радиусы круга, при этом угол AOB острый. Из точки A опустим перпендикуляр на радиус OB, основание этого перпендикуляра обозначим через Q, длину отрезка OQ обозначим через h. Полученный криволинейный треугольник с катетами – отрезками прямых QA и QB и гипотенузой – дугой AB, является фигурой, коэффициент сферичности которой требуется найти. Длина катета QB равна R-h, длина катета QA равна $\sqrt{R^2 - h^2}$. Пусть точка P – центр окружности радиуса r, касающейся отрезков QA, QB и дуги AB соответственно в точках M,N и K. Тогда OP=R-r, QM=QN=r, ON=h+r. Из треугольника OPN имеем равенство

$$OP^2 = ON^2 + NP^2 \Leftrightarrow (R-r)^2 = (h+r)^2 + r^2 \Leftrightarrow r = \sqrt{2R(R+h)} - (R+h)\,.$$

Центр описанной вокруг криволинейного треугольника ABQ окружности находится на середине отрезка AB. Радиус описанной окружности равен

$$R_1 = \frac{1}{2}AB = \frac{1}{2}\sqrt{QA^2 + QB^2} = \frac{1}{2}\sqrt{R^2 - h^2 + (R-h)^2} = \frac{1}{2}\sqrt{2R(R-h)}\,.$$

Отсюда получаем искомое значение коэффициента сферичности k из равенства

$$k^2 = 2(\sqrt{2R(R+h)} - (R+h))/\sqrt{2R(R-h)}\,.$$

Подставляя значения R=0.2, h=0.14, получим

Ответ: *k*=0.61

3.7 При изучении морфологии песчаных зерен под микроскопом обнаружено зерно неправильной формы: две стороны являются катетами, соединяющая их сторона представляет собой дугу окружности. Эту фигуру неправильной формы можно получить так: круг радиуса 0.2 мм делится двумя перпендикулярными прямыми, одна из которых проходит через центр, а другая проходит на расстоянии 0.16 мм от центра, на 4 части, тогда одна из меньших частей является указанным зерном. Найдите коэффициент сферичности k этого зерна исходя из формулы $k = \sqrt{\frac{d}{D}}$, где d – диаметр вписанной в указанную фигуру окружности, а D – диаметр описанной вокруг фигуры окружности.

Решение.

Рассмотрим круг радиуса R с центром в точке O, пусть отрезки OA и OB – радиусы круга, при этом угол AOB острый. Из точки A опустим перпендикуляр на радиус OB, основание этого перпендикуляра обозначим через Q, длину отрезка OQ обозначим через h. Полученный криволинейный треугольник с катетами – отрезками прямых QA и QB и гипотенузой – дугой AB, является фигурой, коэффициент сферичности которой требуется найти. Длина катета QB равна R-h, длина катета QA равна $\sqrt{R^2-h^2}$. Пусть точка P – центр окружности радиуса r, касающейся отрезков QA, QB и дуги AB соответственно в точках M,N и K. Тогда OP=R-r, QM=QN=r, ON=h+r. Из треугольника OPN имеем равенство

$$OP^2 = ON^2 + NP^2 \Leftrightarrow (R-r)^2 = (h+r)^2 + r^2 \Leftrightarrow r = \sqrt{2R(R+h)} - (R+h).$$

Центр описанной вокруг криволинейного треугольника ABQ окружности находится на середине отрезка AB. Радиус описанной окружности равен

$$R_1 = \frac{1}{2}AB = \frac{1}{2}\sqrt{QA^2+QB^2} = \frac{1}{2}\sqrt{R^2-h^2+(R-h)^2} = \frac{1}{2}\sqrt{2R(R-h)}.$$

Отсюда получаем искомое значение коэффициента сферичности k из равенства

$$k^2 = 2(\sqrt{2R(R+h)} - (R+h)) / \sqrt{2R(R-h)}.$$

Подставляя значения R=0.2, h=0.16, получим

Ответ: *k*=0.555

3.8 При изучении морфологии песчаных зерен под микроскопом обнаружено зерно неправильной формы: две стороны являются катетами, соединяющая их сторона представляет собой дугу окружности. Эту фигуру неправильной формы можно получить так: круг радиуса 0.2 мм делится двумя перпендикулярными прямыми, одна из которых проходит через центр, а другая проходит на расстоянии 0.18 мм от центра, на 4 части, тогда одна из меньших частей является указанным зерном. Найдите коэффициент сферичности k этого зерна исходя из формулы $k=\sqrt{\dfrac{d}{D}}$, где d – диаметр вписанной в указанную фигуру окружности, а D – диаметр описанной вокруг фигуры окружности.

Решение.

Рассмотрим круг радиуса R с центром в точке O, пусть отрезки OA и OB – радиусы круга, при этом угол AOB острый. Из точки A опустим перпендикуляр на радиус OB, основание этого перпендикуляра обозначим через Q, длину отрезка OQ обозначим через h. Полученный криволинейный треугольник с катетами – отрезками прямых QA и QB и гипотенузой – дугой AB, является фигурой, коэффициент сферичности которой требуется найти. Длина катета QB равна R-h, длина катета QA равна $\sqrt{R^2-h^2}$. Пусть точка P – центр окружности радиуса r, касающейся отрезков QA, QB и дуги AB соответственно в точках M,N и K. Тогда OP=R-r, QM=QN=r, ON=h+r. Из треугольника OPN имеем равенство

$$OP^2 = ON^2 + NP^2 \Leftrightarrow (R-r)^2 = (h+r)^2 + r^2 \Leftrightarrow r = \sqrt{2R(R+h)} - (R+h).$$

Центр описанной вокруг криволинейного треугольника ABQ окружности находится на середине отрезка AB. Радиус описанной окружности равен

$$R_1 = \frac{1}{2}AB = \frac{1}{2}\sqrt{QA^2+QB^2} = \frac{1}{2}\sqrt{R^2-h^2+(R-h)^2} = \frac{1}{2}\sqrt{2R(R-h)}.$$

Отсюда получаем искомое значение коэффициента сферичности k из равенства

$$k^2 = 2(\sqrt{2R(R+h)} - (R+h)) / \sqrt{2R(R-h)}.$$

Подставляя значения R=0.2, h=0.18, получим

Ответ: k=0.47

Задание 4.

Задача 4.1. Залежи ископаемых часто сопровождаются появлением дополнительных электрических и магнитных полей в окружающем пространстве. Обнаружение и изучение аномальных электрических полей на земной поверхности с целью поиска полезных ископаемых составляет суть метода электроразведки.

В недоступную для наблюдения часть пустого пространства, находящуюся под горизонтальной плоскостью, поместили точечный электрический заряд. Исследование показало, что на двух взаимно перпендикулярных прямых *Ox* и *Oy,* лежащих в этой плоскости и пересекающихся в некоторой точке *O*, зависимость модуля напряженности электрического поля от координаты точки на прямой, $E(x)$ и $E(y)$, имеет схематический вид, представленный на рисунках.

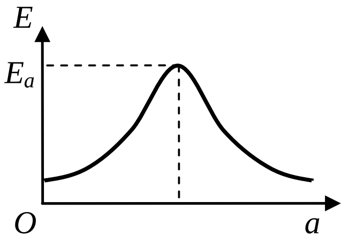

Рис. 1

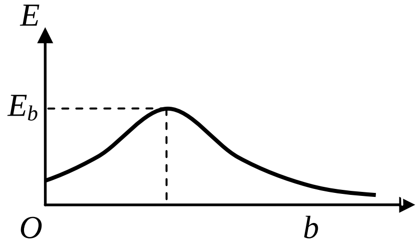

Рис. 2

Максимальное значение E на прямой *Ox* достигается при $x = a = 500$ м и равно $E_a = 36\cdot10^{-3}$ В/м, а на прямой *Oy* достигается при $y = b = 300$ м и равно $E_b = 22\cdot10^{-3}$ В/м. На каком расстоянии от плоскости находится заряд?

Решение

Модуль E напряженности электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него равен

$$E = \frac{k|q|}{r^2}.$$

Поэтому на осях *Ox* и *Oy* максимум E достигается в точках, ближайших к заряду q, то есть лежащих в основании перпендикуляров, опущенных на оси *Ox* и *Oy* из точки, куда помещен заряд q. Таким образом, заряд q лежит на линии пересечения вертикальных плоскостей, проведенных перпендикулярно осям *Ox* и *Oy* через точки $x = a$ и $y = b$. Эта вертикальная прямая пересекает горизонтальную плоскость в точке $M(a,b)$. Пусть заряд находится на глубине h под горизонтальной плоскостью. Тогда

$$E_a = \frac{k|q|}{h^2 + b^2}, \quad E_b = \frac{k|q|}{h^2 + a^2}.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{E_a}{E_b} = \frac{h^2 + a^2}{h^2 + b^2}.$$

Из этого равенства находим

$$h = \sqrt{\frac{a^2 E_b - b^2 E_a}{E_a - E_b}} = \sqrt{\frac{25\cdot10^4\cdot22\cdot10^{-3} - 9\cdot10^4\cdot36\cdot10^{-3}}{14\cdot10^{-3}}} \approx 402 \text{ м}.$$

Ответ: $h \approx 402$ **м**

Задача 4.2. Залежи ископаемых часто сопровождаются появлением дополнительных электрических и магнитных полей в окружающем пространстве. Обнаружение и изучение аномальных электрических полей на земной поверхности с целью поиска полезных ископаемых составляет суть метода электроразведки.

В недоступную для наблюдения часть пустого пространства, находящуюся под горизонтальной плоскостью, поместили точечный электрический заряд. Исследование показало, что на двух взаимно перпендикулярных прямых *Ox* и *Oy,* лежащих в этой плоскости и пересекающихся в некоторой точке O, зависимость модуля напряженности электрического поля от координаты точки на прямой, $E(x)$ и $E(y)$, имеет схематический

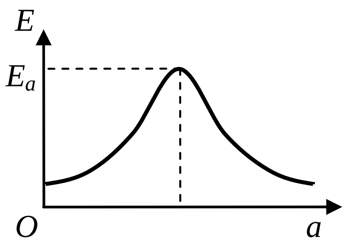

Рис. 1

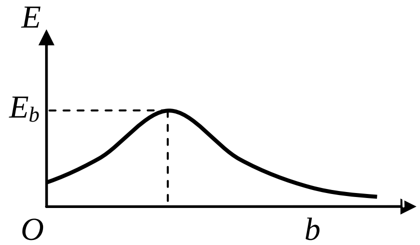

Рис. 2

вид, представленный на рисунках. Максимальное значение E на прямой Ox достигается при $x = a = 800$ м и равно $E_a = 70 \cdot 10^{-3}$ В/м, а на прямой Oy достигается при $y = b = 400$ м и равно $E_b = 32 \cdot 10^{-3}$ В/м. На каком расстоянии от плоскости находится заряд?

Решение

Модуль E напряженности электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него равен

$$E = \frac{k|q|}{r^2}.$$

Поэтому на осях Ox и Oy максимум E достигается в точках, ближайших к заряду q, то есть лежащих в основании перпендикуляров, опущенных на оси Ox и Oy из точки, куда помещен заряд q. Таким образом, заряд q лежит на линии пересечения вертикальных плоскостей, проведенных перпендикулярно осям Ox и Oy через точки $x = a$ и $y = b$. Эта вертикальная прямая пересекает горизонтальную плоскость в точке $M(a,b)$. Пусть заряд находится на глубине h под горизонтальной плоскостью. Тогда

$$E_a = \frac{k|q|}{h^2 + b^2}, \quad E_b = \frac{k|q|}{h^2 + a^2}.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{E_a}{E_b} = \frac{h^2 + a^2}{h^2 + b^2}.$$

Из этого равенства находим

$$h = \sqrt{\frac{a^2 E_b - b^2 E_a}{E_a - E_b}} = \sqrt{\frac{64 \cdot 10^4 \cdot 32 \cdot 10^{-3} - 16 \cdot 10^4 \cdot 70 \cdot 10^{-3}}{38 \cdot 10^{-3}}} \approx 494 \text{ м}.$$

Ответ: *h* ≈ 494 м

Задача 4.3. Залежи ископаемых часто сопровождаются появлением дополнительных электрических и магнитных полей в окружающем пространстве. Обнаружение и изучение аномальных электрических полей на земной поверхности с целью поиска полезных ископаемых составляет суть метода электроразведки.

В недоступную для наблюдения часть пустого пространства, находящуюся под горизонтальной плоскостью, поместили точечный электрический заряд. Исследование показало, что на двух взаимно перпендикулярных прямых Ox и Oy, лежащих в этой плоскости и пересекающихся в некоторой точке O, зависимость модуля напряженности электрического поля от координаты точки на прямой, $E(x)$ и $E(y)$, имеет схематический

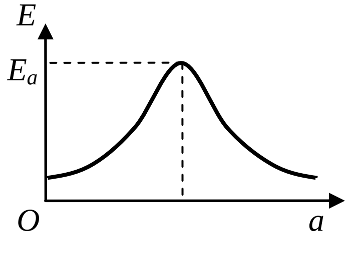

Рис. 1

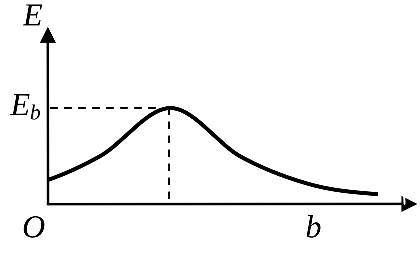

Рис. 2

вид, представленный на рисунках. Максимальное значение E на прямой Ox достигается при $x = a = 500$ м и равно $E_a = 36 \cdot 10^{-3}$ В/м, а на прямой Oy достигается при $y = b = 300$ м и равно $E_b = 22 \cdot 10^{-3}$ В/м. Каков модуль заряда q?

Решение

Модуль E напряженности электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него равен

$$E = \frac{k|q|}{r^2}.$$

Поэтому на осях Ox и Oy максимум E достигается в точках, ближайших к заряду q, то есть лежащих в основании перпендикуляров, опущенных на оси Ox и Oy из точки, куда помещен заряд q. Таким образом, заряд q лежит на линии пересечения вертикальных плоскостей, проведенных перпендикулярно осям Ox и Oy через точки $x = a$ и $y = b$. Эта вертикальная прямая пересекает горизонтальную плоскость в точке $M(a,b)$. Пусть заряд находится на глубине h под горизонтальной плоскостью. Тогда

$$E_a = \frac{k|q|}{h^2 + b^2}, \quad E_b = \frac{k|q|}{h^2 + a^2}.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{E_a}{E_b} = \frac{h^2 + a^2}{h^2 + b^2}.$$

Из этого равенства находим

$$h^2 = \frac{a^2 E_b - b^2 E_a}{E_a - E_b}.$$

Тогда для модуля заряда получаем

$$|q| = \frac{E_a\left(h^2 + b^2\right)}{k} = \frac{E_a E_b}{k} \cdot \frac{a^2 - b^2}{E_a - E_b} = \frac{36 \cdot 10^{-3} \cdot 22 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^9} \cdot \frac{25 \cdot 10^4 - 9 \cdot 10^4}{36 \cdot 10^{-3} - 22 \cdot 10^{-3}} \approx 1{,}0 \cdot 10^{-6}\,\text{Кл}.$$

Ответ: $|q| \approx 1{,}0 \cdot 10^{-6}$ Кл

Задача 4.4. Залежи ископаемых часто сопровождаются появлением дополнительных электрических и магнитных полей в окружающем пространстве. Обнаружение и изучение аномальных электрических полей на земной поверхности с целью поиска полезных ископаемых составляет суть метода электроразведки.

В недоступную для наблюдения часть пустого пространства, находящуюся под горизонтальной плоскостью, поместили точечный электрический заряд q. Исследование показало, что на двух взаимно перпендикулярных прямых Ox и Oy, лежащих в этой плоскости и пересекающихся в некоторой точке O, зависимость модуля напряженности электрического поля от координаты точки на прямой, $E(x)$ и $E(y)$, имеет схематический вид, представленный на рисунках. Максимальное значение E на прямой Ox достигается при $x = a = 800$ м и равно $E_a = 70 \cdot 10^{-3}$ В/м, а на прямой Oy достигается при $y = b = 400$ м и равно $E_b = 32 \cdot 10^{-3}$ В/м. Каков модуль заряда q?

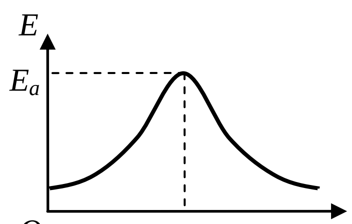

Рис. 1

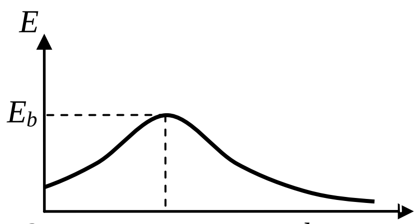

Рис. 2

Решение

Модуль E напряженности электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него равен

$$E = \frac{k|q|}{r^2}.$$

Поэтому на осях Ox и Oy максимум E достигается в точках, ближайших к заряду q, то есть лежащих в основании перпендикуляров, опущенных на оси Ox и Oy из точки, куда помещен заряд q. Таким образом, заряд q лежит на линии пересечения вертикальных плоскостей, проведенных перпендикулярно осям Ox и Oy через точки $x = a$ и $y = b$. Эта вертикальная прямая пересекает горизонтальную плоскость в точке $M(a,b)$. Пусть заряд находится на глубине h под горизонтальной плоскостью. Тогда

$$E_a = \frac{k|q|}{h^2 + b^2}, \quad E_b = \frac{k|q|}{h^2 + a^2}.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{E_a}{E_b} = \frac{h^2 + a^2}{h^2 + b^2}.$$

Из этого равенства находим

$$h^2 = \frac{a^2 E_b - b^2 E_a}{E_a - E_b}.$$

Тогда для модуля заряда получаем

$$|q| = \frac{E_a\left(h^2 + b^2\right)}{k} = \frac{E_a E_b}{k} \cdot \frac{a^2 - b^2}{E_a - E_b} = \frac{70 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^9} \cdot \frac{64 \cdot 10^4 - 16 \cdot 10^4}{70 \cdot 10^{-3} - 32 \cdot 10^{-3}} \approx 3{,}1 \cdot 10^{-6}\,\text{Кл}.$$

Ответ: $|q| \approx 3{,}1 \cdot 10^{-6}$ Кл

Задача 4.5. Залежи ископаемых часто сопровождаются появлением дополнительных электрических и магнитных полей в окружающем пространстве. Обнаружение и изучение аномальных электрических полей на земной поверхности с целью поиска полезных ископаемых составляет суть метода электроразведки.

В недоступную для наблюдения часть пустого пространства, находящуюся под горизонтальной плоскостью, поместили точечный электрический заряд. Исследование показало, что на двух взаимно перпендикулярных прямых Ox и Oy, лежащих в этой плоскости и пересекающихся в некоторой точке O, зависимость модуля напряженности электрического поля от координаты точки на прямой, $E(x)$ и $E(y)$, имеет схематический вид, представленный на рисунках.

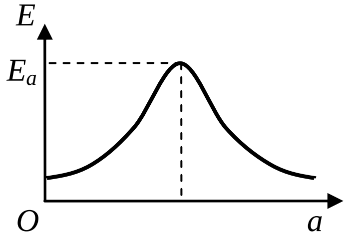

Рис. 1

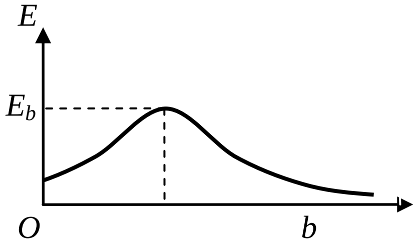

Рис. 2

Максимальное значение E на прямой Ox достигается при $x = a = 500$ м и равно $E_a = 36 \cdot 10^{-3}$ В/м, а на прямой Oy достигается при $y = b = 300$ м и равно $E_b = 22 \cdot 10^{-3}$ В/м. Какова максимальная величина E_{max} модуля напряженности электрического поля на плоскости?

Решение

Модуль E напряженности электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него равен

$$E = \frac{k|q|}{r^2}.$$

Поэтому на осях Ox и Oy максимум E достигается в точках, ближайших к заряду q, то есть лежащих в основании перпендикуляров, опущенных на оси Ox и Oy из точки, куда помещен заряд q. Таким образом, заряд q лежит на линии пересечения вертикальных плоскостей, проведенных перпендикулярно осям Ox и Oy через точки $x = a$ и $y = b$. Эта вертикальная прямая пересекает горизонтальную плоскость в точке $M(a,b)$. Пусть заряд находится на глубине h под горизонтальной плоскостью. Тогда

$$E_a = \frac{k|q|}{h^2 + b^2}, \quad E_b = \frac{k|q|}{h^2 + a^2}.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{E_a}{E_b} = \frac{h^2 + a^2}{h^2 + b^2}.$$

Из этого равенства находим

$$h^2 = \frac{a^2 E_b - b^2 E_a}{E_a - E_b}.$$

Тогда для максимальной величины E_{max} модуля напряженности электрического поля на плоскости, то есть для E в точке $M(a,b)$, получаем

$$E_{max} = \frac{k|q|}{h^2} = E_a\,\frac{h^2 + b^2}{h^2} = \frac{E_a E_b\left(a^2 - b^2\right)}{a^2 E_b - b^2 E_a} = \frac{36\cdot10^{-3}\cdot22\cdot10^{-3}\left(25\cdot10^4 - 9\cdot10^4\right)}{25\cdot10^4\cdot22\cdot10^{-3} - 9\cdot10^4\cdot36\cdot10^{-3}} \approx 56\cdot10^{-3}\,\text{В/м}.$$

Ответ: $E_{max} \approx 56\cdot10^{-3}$ В/м

Задача 4.6. Залежи ископаемых часто сопровождаются появлением дополнительных электрических и магнитных полей в окружающем пространстве. Обнаружение и изучение аномальных электрических полей на земной поверхности с целью поиска полезных ископаемых составляет суть метода электроразведки.

В недоступную для наблюдения часть пустого пространства, находящуюся под горизонтальной плоскостью, поместили точечный электрический заряд q. Исследование показало, что на двух взаимно перпендикулярных прямых Ox и Oy, лежащих в этой плоскости и пересекающихся в некоторой точке O, зависимость модуля напряженности электрического поля от координаты точки на прямой, $E(x)$ и $E(y)$, имеет схематический вид, представленный на рисунках. Максимальное значение E на прямой Ox достигается при $x = a = 800$ м и равно $E_a = 70\cdot10^{-3}$ В/м, а на прямой Oy достигается при $y = b = 400$ м и равно $E_b = 32\cdot10^{-3}$ В/м. Какова максимальная величина E_{max} модуля напряженности электрического поля на плоскости?

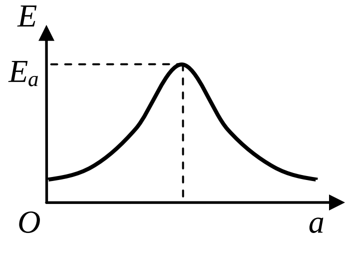

Рис. 1

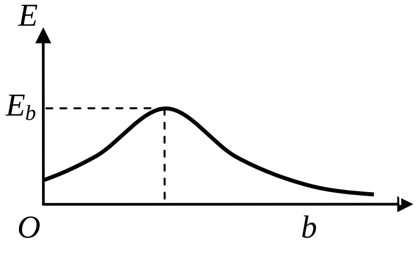

Рис. 2

Решение

Модуль E напряженности электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него равен

$$E = \frac{k|q|}{r^2}.$$

Поэтому на осях Ox и Oy максимум E достигается в точках, ближайших к заряду q, то есть лежащих в основании перпендикуляров, опущенных на оси Ox и Oy из точки, куда помещен заряд q. Таким образом, заряд q лежит на линии пересечения вертикальных плоскостей, проведенных перпендикулярно осям Ox и Oy через точки $x = a$ и $y = b$. Эта вертикальная прямая пересекает горизонтальную плоскость в точке $M(a,b)$. Пусть заряд находится на глубине h под горизонтальной плоскостью. Тогда

$$E_a = \frac{k|q|}{h^2 + b^2}\,,\quad E_b = \frac{k|q|}{h^2 + a^2}\,.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{E_a}{E_b} = \frac{h^2 + a^2}{h^2 + b^2}\,.$$

Из этого равенства находим

$$h^2 = \frac{a^2 E_b - b^2 E_a}{E_a - E_b}\,.$$

Тогда для максимальной величины E_{max} модуля напряженности электрического поля на плоскости, то есть для E в точке $M(a,b)$, получаем

$$E_{max} = \frac{k|q|}{h^2} = E_a\,\frac{h^2 + b^2}{h^2} = \frac{E_a E_b\left(a^2 - b^2\right)}{a^2 E_b - b^2 E_a} = \frac{70\cdot 10^{-3}\cdot 32\cdot 10^{-3}\left(64\cdot 10^4 - 16\cdot 10^4\right)}{64\cdot 10^4\cdot 32\cdot 10^{-3} - 16\cdot 10^4\cdot 70\cdot 10^{-3}} \approx 116\cdot 10^{-3}\ \text{В/м.}$$

Ответ: $E_{max} \approx 116\cdot 10^{-3}$ В/м

Задача 4.7. Залежи ископаемых часто сопровождаются появлением дополнительных электрических и магнитных полей в окружающем пространстве. Обнаружение и изучение аномальных электрических полей на земной поверхности с целью поиска полезных ископаемых составляет суть метода электроразведки.

В недоступную для наблюдения часть пустого пространства, находящуюся под горизонтальной плоскостью, поместили точечный электрический заряд. Исследование показало, что на двух взаимно перпендикулярных прямых Ox и Oy, лежащих в этой плоскости и пересекающихся в некоторой точке O, зависимость модуля напряженности электрического поля от координаты точки на прямой, $E(x)$ и $E(y)$, имеет схематический вид, представленный на рисунках. Максимальное значение E на прямой Ox достигается при $x = a = 500$ м и равно $E_a = 36\cdot 10^{-3}$ В/м, а на прямой Oy достигается при $y = b = 300$ м и равно $E_b = 22\cdot 10^{-3}$ В/м. Каков модуль E_0 напряженности электрического поля в точке O?

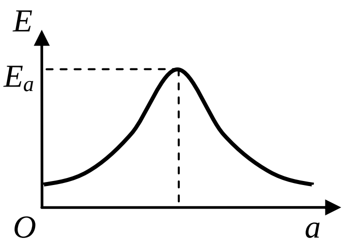

Рис. 1

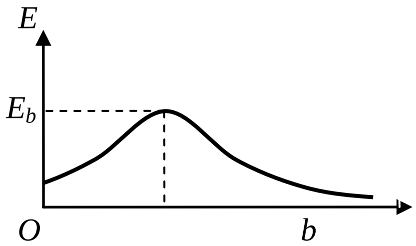

Рис. 2

Решение

Модуль E напряженности электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него равен

$$E = \frac{k|q|}{r^2}\,.$$

Поэтому на осях Ox и Oy максимум E достигается в точках, ближайших к заряду q, то есть лежащих в основании перпендикуляров, опущенных на оси Ox и Oy из точки, куда помещен заряд q. Таким образом, заряд q лежит на линии пересечения вертикальных плоскостей, проведенных перпендикулярно осям Ox и Oy через точки $x = a$ и $y = b$. Эта вертикальная прямая пересекает горизонтальную плоскость в точке $M(a,b)$. Пусть заряд находится на глубине h под горизонтальной плоскостью. Тогда

$$E_a = \frac{k|q|}{h^2 + b^2}, \quad E_b = \frac{k|q|}{h^2 + a^2}.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{E_a}{E_b} = \frac{h^2 + a^2}{h^2 + b^2}.$$

Из этого равенства находим

$$h^2 = \frac{a^2 E_b - b^2 E_a}{E_a - E_b}.$$

Тогда для модуля напряженности электрического поля в точке O получаем

$$E_0 = \frac{k|q|}{h^2 + a^2 + b^2} = E_a \frac{h^2 + b^2}{h^2 + a^2 + b^2} = \frac{E_a E_b \left(a^2 - b^2\right)}{a^2 E_a - b^2 E_b} =$$

$$= \frac{36 \cdot 10^{-3} \cdot 22 \cdot 10^{-3} \left(25 \cdot 10^4 - 9 \cdot 10^4\right)}{25 \cdot 10^4 \cdot 36 \cdot 10^{-3} - 9 \cdot 10^4 \cdot 22 \cdot 10^{-3}} \approx 18 \cdot 10^{-3} \text{ В/м.}$$

Ответ: $E_0 \approx 18 \cdot 10^{-3}$ В/м

Задача 4.8. Залежи ископаемых часто сопровождаются появлением дополнительных электрических и магнитных полей в окружающем пространстве. Обнаружение и изучение аномальных электрических полей на земной поверхности с целью поиска полезных ископаемых составляет суть метода электроразведки.

В недоступную для наблюдения часть пустого пространства, находящуюся под горизонтальной плоскостью, поместили точечный электрический заряд q. Исследование показало, что на двух взаимно перпендикулярных прямых Ox и Oy, лежащих в этой плоскости и пересекающихся в некоторой точке O, зависимость модуля напряженности электрического поля от координаты точки на прямой, $E(x)$ и $E(y)$, имеет схематический вид, представленный на рисунках. Максимальное значение E на прямой Ox достигается при $x = a = 800$ м и равно $E_a = 70 \cdot 10^{-3}$ В/м, а на прямой Oy достигается при $y = b = 400$ м и равно $E_b = 32 \cdot 10^{-3}$ В/м. Каков модуль E_0 напряженности электрического поля в точке O?

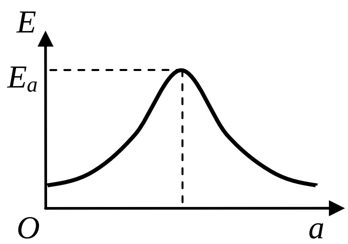

Рис. 1

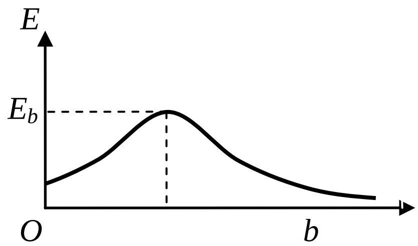

Рис. 2

Решение

Модуль E напряженности электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него равен

$$E = \frac{k|q|}{r^2}.$$

Поэтому на осях Ox и Oy максимум E достигается в точках, ближайших к заряду q, то есть лежащих в основании перпендикуляров, опущенных на оси Ox и Oy из точки, куда помещен заряд q. Таким образом, заряд q лежит на линии пересечения вертикальных плоскостей, проведенных перпендикулярно осям Ox и Oy через точки $x = a$ и $y = b$. Эта вертикальная прямая пересекает горизонтальную плоскость в точке $M(a,b)$. Пусть заряд находится на глубине h под горизонтальной плоскостью. Тогда

$$E_a = \frac{k|q|}{h^2 + b^2}, \quad E_b = \frac{k|q|}{h^2 + a^2}.$$

Отсюда следует, что

$$\frac{E_a}{E_b} = \frac{h^2 + a^2}{h^2 + b^2}.$$

Из этого равенства находим

$$h^2 = \frac{a^2 E_b - b^2 E_a}{E_a - E_b}.$$

Тогда для модуля напряженности электрического поля в точке O получаем

$$E_0 = \frac{k|q|}{h^2 + a^2 + b^2} = E_a \frac{h^2 + b^2}{h^2 + a^2 + b^2} = \frac{E_a E_b \left(a^2 - b^2\right)}{a^2 E_a - b^2 E_b} =$$

$$= \frac{70 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 10^{-3} \left(64 \cdot 10^4 - 16 \cdot 10^4\right)}{64 \cdot 10^4 \cdot 70 \cdot 10^{-3} - 16 \cdot 10^4 \cdot 32 \cdot 10^{-3}} \approx 27 \cdot 10^{-3} \text{ В/м.}$$

Ответ: $E_0 \approx 27 \cdot 10^{-3}$ В/м

Тестовые задания для разминки 2-го тура отборочного этапа:

Какого цвета изумруд?
Красного
Синего
Зеленого

Какого цвета сапфир?
Красного
Синего
Зеленого

Какого цвета рубин?
Красного
Синего
Зеленого

Как называется место на поверхности Земли с наибольшей силой землетрясения?
Эпицентр
Горячая точка
Кратер

Как называются небольшие неокатанные обломки горных пород?
Валуны
Мел
Гравий

Как называется полоса берега, сложенная песком и заливаемая морем?
Терраса
Пляж
Лагуна

Что образуется в результате карстовых процессов?
Пещера
Кратер
Пляж

Чему равен средний радиус планеты Земля?
150 км
999 км
6371 км

Чему равна средняя плотность планеты Земля?
500 г/см^3
1000 г/см^3
5500 г/см^3

Чему равна плотность воды?
1000 г/см^3
1500 г/см^3
5500 г/см^3

Содержание какого газа самое высокое в атмосфере планеты Земля?
Азота
Водорода
Гелия

Укажите самое распространенное химическое соединение в земной коре.
H_2O
CaO
SiO_2

Укажите температуру замерзания воды.
0^0C
3^0C
7^0C

Какая горная порода имеет магматическое происхождение?
Гранит
Глина
Известняк

Какая порода относится к группе осадочных горных пород?
Гранит
Известняк
Базальт

Какие горные породы слагают около 90% объема земной коры?
Осадочные карбонатные
Осадочные глинистые
Магматические и метаморфические

Как называются расплавленные горные породы, изливающиеся из жерла вулкана?
Магма
Гидротермы
Лава

Как называются расплавленные горные породы, находящиеся в земных недрах?
Магма
Гидротермы
Лава

Что относится к продуктам извержения вулкана?
Пепел
Глина
Мрамор