

Физика. 11 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 1

1. К двум рельсам железнодорожного пути подсоединили идеальный вольтметр. Оцените его показания, если вблизи вольтметра по этим путям движется поезд со скоростью V . Расстояние между рельсами L . Вертикальная составляющая магнитного поля Земли B . (5 баллов)

Решение:

Колесная пара вагонов (колеса и ось) представляет собой сплошное металлическое тело, поэтому при движении состава через площадь, ограниченную колесами, рельсами и цепью вольтметра меняется магнитный поток земного поля. Согласно закона Фарадея, для модуля ЭДС индукции можно записать: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = B \frac{LV\Delta t}{\Delta t} = BLV$. Так как вольтметр идеальный (бесконечное внутреннее сопротивление), то его показания совпадают с этой ЭДС.

Критерии оценивания:

Записано выражение для закона Фарадея (2 балла)

Верно записано выражение для магнитного потока (2 балла)

Получен окончательный ответ для ЭДС (1 балл)

2. Локомотив толкает грузовые вагоны под подгрузочным конусом, из которого вагоны наполняются сыпучим материалом с расходом μ кг/с. Какую дополнительную силу тяги (кроме преодоления сил трения) должен развивать локомотив для движения состава с постоянной скоростью V ? (20 баллов)

Решение:

Локомотив должен прикладывать силу тяги не только для преодоления не только возрастающей силы трения, но и на разгон сыпучего груза, попадающего в вагоны и увлекаемого в движение со скоростью состава. Оценить эту дополнительную силу можно с помощью уравнения Ньютона:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t} = \frac{(m + \Delta m)(V + \Delta V) - mV}{\Delta t}. \text{ Так как скорость состава не меняется, то } \Delta V = 0, \text{ а}$$

$$\Delta m = \mu\Delta t. \text{ Тогда для силы получим: } F = \mu V.$$

Критерии оценивания:

Записан второй закон Ньютона с использованием импульса (8 баллов)

Верно расписано выражение для изменения импульса (8 баллов)

Получен окончательный ответ (4 балла)

3. Атомная батарея (источник тока) представляет собой металлическую сферу радиуса R , в центре которой закреплен малый по размеру радиоактивный источник альфа-излучения. Активность источника A распадов в секунду, скорость альфа-частиц V много меньше скорости света. Альфа-частицы, двигаясь от источника, оседают на сфере. Клеммы батареи подсоединены к радиоактивному материалу и сфере. Какую максимальную силу тока может

обеспечить эта батарея? Какую максимальную разность потенциалов можно наблюдать на клеммах? (20 баллов)

Решение:

При альфа-радиоактивном распаде вещество испускает ядра гелия (удвоенный элементарный заряд $2e$). Эти частицы направляются к металлической сфере и, оседая на ней, обеспечивают положительный потенциал этого кожуха. Сам радиоактивный кристалл, теряя положительные частицы, заряжается отрицательно. Таким образом, на клеммах такой батареи возникает разность потенциалов. Максимальное значение силы тока будет достигнуто, когда все распадные альфа-частицы участвуют в переносе заряда во внешней цепи, подключенной к этой

батареи. Согласно определению силы тока: $I_{\max} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{2e \cdot A \cdot \Delta t}{\Delta t} = 2eA$. Максимальная разность

потенциалов будет достигнута тогда, когда заряд радиоактивного кристалла столь велик, что кинетической энергии распадных частиц недостаточно, чтобы преодолеть притяжение к нему и

достигнуть сферы. Пограничное состояние достигается при условии: $2e \cdot \Delta\phi = \frac{mV^2}{2}$. Отсюда:

$$\Delta\phi = \frac{mV^2}{4e}. \text{ Здесь } m - \text{ масса ядра гелия.}$$

Критерии оценивания:

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения силы тока

(5 баллов)

Получено верное выражение для тока **(5 баллов)**

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения разности потенциалов **(5 баллов)**

Получено верное выражение разности потенциалов **(5 баллов)**

4. Игрушка "Картезианский водолаз" представляет собой небольшую пробирку массы m и объемом V_0 , которую в перевернутом виде (открытым концом вниз) погрузили в воду. Часть объема при этом оказалось заполнено из-за гидростатического давления. При этом пробирка обладает положительной плавучестью (не тонет). Внешнее давление равно атмосферному P_0 , но если его повышать, то пробирка-водолаз с некоторого момента начнет погружаться. Причем, существует такая глубина погружения, с которой водолаз не вернется на поверхность даже при уменьшении давления до атмосферного, а напротив, продолжит необратимое погружение. Оцените эту критическую глубину. (10 баллов)

Решение:

Существование критической глубины обусловлено гидростатическим давлением, которое увеличивается с глубиной. На этой глубине давление столь велико, что воздух сжат настолько сильно, что его объем недостаточен, чтобы сила Архимеда выиграла конкуренцию с силой тяжести. При глубинах чуть больших критической выталкивающая сила будет заведомо меньше силы тяжести, и водолаз будет обладать отрицательной плавучестью. Это событие наступает при условии:

$$mg = \rho gV \quad (1),$$

где V - объем воздуха в пробирке, ρ - плотность воды. Если считать, что процесс погружения водолаза и сжатия воздуха изотермическим, то можно записать: $P_0 V_0 = (P_0 + \rho gh)V$. Отсюда с

учетом (1) получим:
$$h = \frac{P_0}{g} \left(\frac{V_0}{m} - \frac{1}{\rho} \right).$$

Критерии оценивания:

Приведены верные обоснования существования критической глубины достижения отрицательной плавучести **(4 балла)**

Верно записано условия безразличного плавания **(2 балл)**

Записано выражение для связи начального и конечного объема воздушной полости (изотермический процесс **(2 балла)**)

Получен окончательный ответ **(2 балл)**

5. Концентрация газов в атмосфере планет в зависимости от высоты h с хорошей точностью описывается формулой Больцмана: $n = n_0 e^{-\frac{mgh}{k_B T}}$. Здесь n_0 - концентрация на уровне моря, m - масса молекулы, k_B - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура (считайте ее на любой высоте одинаковой). Приблизительный состав земной атмосферы примерно следующий: 70% - азот, 29% - кислород, 1% - углекислый газ. Средняя температура 273 К. Каково процентное содержание этих газов в атмосфере на высоте 5 км? (30 баллов)

Решение:

Процентное содержание, например, первого газа на высоте h можно определить по формуле:

$$\frac{n_1}{n_1 + n_2 + n_3} = \frac{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}}}{n_{02} e^{-\frac{\mu_2 gh}{RT}} + n_{02} e^{-\frac{\mu_2 gh}{RT}} + n_{03} e^{-\frac{\mu_3 gh}{RT}}}. \text{ Здесь } n_{01}, n_{02}, n_{03} \text{ - концентрации газов на}$$

уровне моря, которые пропорциональны долям на этом уровне. В показателях степени введены

обозначения: $m = \frac{\mu}{N_A}$, $R = N_A k_B$, N_A - число Авогадро, R - универсальная газовая постоянная.

Аналогичные расчеты для других газов. Численные расчеты дают: азот – 71.94%, кислород – 27.33%, углекислый газ – 0.73%

Критерии оценивания:

Переписана формула Больцмана через молярную массу газов. **(5 баллов)**

Получено выражение для относительной концентрации отдельных газов **(15 баллов)**

Получены верные числовые значения для химического состава **(10 баллов)**

6. Перпендикулярно плоскости непроводящего покоящегося кольца массы m с зарядом q включено магнитное поле индукции B . Какую угловую скорость вращения приобретет кольцо после выключения магнитного поля? (15 баллов)

Решение:

При изменении потока $\Phi = BS = B \cdot \pi R^2$ через плоскость кольца по его периметру возникает вихревое электрическое поле (закон Фарадея), напряженность которого E помноженное на

длину окружности кольца дает значение ЭДС индукции (по модулю): $\varepsilon = E \cdot 2\pi R = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Таким

образом, заряженное кольцо в этом поле испытывает силу и приобретает ускорение, которое

можно определить из уравнения Ньютона: $ma = m \frac{\Delta V}{\Delta t} = F = Eq$. С учетом закона Фарадея для

приращения скорости будем иметь: $\Delta\omega = \Delta\left(\frac{V}{R}\right) = \frac{qB}{2m}$.

Критерии оценивания:

Используя закон Фарадея, получено выражение для напряженности вихревого электрического поля **(8 баллов)**

С учетом выражения для напряженности поля, записан второй закон Ньютона и получено выражение для угловой скорости. **(7 баллов)**

Физика. 11 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 2

1. К двум рельсам железнодорожного пути подсоединили идеальный вольтметр, показания которого U , если вблизи вольтметра по этим путям движется поезд со скоростью V . Расстояние между рельсами L . Какова вертикальная составляющая магнитного поля Земли? (5 баллов)

Решение:

Колесная пара вагонов (колеса и ось) представляет собой сплошное металлическое тело, поэтому при движении состава через площадь, ограниченную колесами, рельсами и цепью вольтметра меняется магнитный поток земного поля. Согласно закону Фарадея, для модуля ЭДС индукции можно записать: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = B \frac{LV\Delta t}{\Delta t} = BLV$. Так как вольтметр идеальный

(бесконечное внутреннее сопротивление), то его показания совпадают с этой ЭДС. Тогда для индукции поля получим: $B = \frac{U}{LV}$.

Критерии оценивания:

Записано выражение для закона Фарадея (2 балла)

Верно записано выражение для магнитного потока (2 балла)

Получен окончательный ответ для поля Земли (1 балл)

2. Локомотив толкает грузовые вагоны под подгрузочным конусом, из которого вагоны наполняются сыпучим материалом с расходом μ кг/с. Кроме силы для преодоления трения, локомотив развивает дополнительную тягу F для поддержки постоянной скорости состава. Какова эта скорость? (20 баллов)

Решение:

Локомотив должен прикладывать силу тяги не только для преодоления не только возрастающей силы трения, но и на разгон сыпучего груза, попадающего в вагоны и увлекаемого в движение со скоростью состава. Оценить эту дополнительную силу можно с помощью уравнения Ньютона:

$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t} = \frac{(m + \Delta m)(V + \Delta V) - mV}{\Delta t}$. Так как скорость состава не меняется, то $\Delta V = 0$, а

$\Delta m = \mu\Delta t$. Тогда для скорости: $V = \frac{F}{\mu}$.

Критерии оценивания:

Записан второй закон Ньютона с использованием импульса (8 баллов)

Верно расписано выражение для изменения импульса (8 баллов)

Получен окончательный ответ (4 балла)

3. Атомная батарея (источник тока) представляет собой металлическую сферу радиуса R , в центре которой закреплен малый по размеру радиоактивный источник альфа-излучения. Активность источника A распадов в секунду, скорость альфа-частиц много меньше скорости света. Альфа-частицы, двигаясь от источника, оседают на сфере. Клеммы батареи подсоединены

к радиоактивному материалу и сфере. Какую максимальную силу тока может обеспечить эта батарея? Элемент обеспечивает максимальную разность потенциалов $\Delta\phi$. Какова скорость альфа-частиц? (20 баллов)

Решение:

При альфа-радиоактивном распаде вещество испускает ядра гелия (удвоенный элементарный заряд $2e$). Эти частицы направляются к металлической сфере и, оседая на ней, обеспечивают положительный потенциал этого кожуха. Сам радиоактивный кристалл, теряя положительные частицы, заряжается отрицательно. Таким образом, на клеммах такой батареи возникает разность потенциалов. Максимальное значение силы тока будет достигнуто, когда все распадные альфа-частицы участвуют в переносе заряда во внешней цепи, подключенной к этой

батарее. Согласно определению силы тока: $I_{\max} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{2e \cdot A \cdot \Delta t}{\Delta t} = 2eA$. Максимальная разность

потенциалов будет достигнута тогда, когда заряд радиоактивного кристалла столь велик, что кинетической энергии распадных частиц недостаточно, чтобы преодолеть притяжение к нему и

достигнуть сферы. Пограничное состояние достигается при условии: $2e \cdot \Delta\phi = \frac{mV^2}{2}$. Отсюда:

$$V = \sqrt{\frac{4e\Delta\phi}{m}}. \text{ Здесь } m - \text{ масса ядра гелия.}$$

Критерии оценивания:

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения силы тока (5 баллов)

Получено верное выражение для тока (5 баллов)

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения разности потенциала (5 баллов)

Получено верное выражение скорости частиц (5 баллов)

4. Игрушка "Картезианский водолаз" представляет собой небольшую пробирку объемом V_0 , которую в перевернутом виде (открытым концом вниз) погрузили в воду. Часть объема при этом оказалось заполнено из-за гидростатического давления. При этом пробирка обладает положительной плавучестью (не тонет). Внешнее давление равно атмосферному P_0 , но если его повышать, то пробирка-водолаз с некоторого момента начнет погружаться. Причем, существует такая глубина погружения, с которой водолаз не вернется на поверхность даже при уменьшении давления до атмосферного, а напротив, продолжит необратимое погружение. Критическая глубина h . Какова масса пробирки? (10 баллов)

Решение:

Существование критической глубины обусловлено гидростатическим давлением, которое увеличивается с глубиной. На этой глубине давление столь велико, что воздух сжат настолько сильно, что его объем недостаточен, чтобы сила Архимеда выиграла конкуренцию с силой тяжести. При глубинах чуть больших критической выталкивающая сила будет заведомо меньше силы тяжести, и водолаз будет обладать отрицательной плавучестью. Это событие наступает при условии:

$$mg = \rho g V \quad (1),$$

где V - объем воздуха в пробирке, ρ - плотность воды. Если считать, что процесс погружения водолаза и сжатия воздуха изотермическим, то можно записать: $P_0V_0 = (P_0 + \rho gh)V$. Отсюда с учетом (1) получим: $m = \rho \frac{P_0V_0}{(P_0 + \rho gh)}$.

Критерии оценивания:

Приведены верные обоснования существования критической глубины достижения отрицательной плавучести **(4 балла)**

Верно записано условия безразличного плавания **(2 балл)**

Записано выражение для связи начального и конечного объема воздушной полости (изотермический процесс) **(2 балла)**

Получен окончательный ответ **(2 балл)**

5. Концентрация газов в атмосфере планет в зависимости от высоты h с хорошей точностью описывается формулой Больцмана: $n = n_0 e^{-\frac{mgh}{k_B T}}$. Здесь n_0 - концентрация на уровне моря, m - масса молекулы, k_B - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура (считайте ее на любой высоте одинаковой). Приблизительный состав венерианской атмосферы примерно следующий: 96% - углекислый газ, 4% - азот. Средняя температура 740 К. Каково процентное содержание этих газов в атмосфере планеты на высоте 10 км? (30 баллов)

Решение:

Процентное содержание, например, первого газа на высоте h можно определить по формуле:

$$\frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}}}{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}} + n_{02} e^{-\frac{\mu_2 gh}{RT}}}. \text{ Здесь } n_{01}, n_{02} - \text{концентрации газов на уровне моря, которые}$$

пропорциональны долям на этом уровне. В показателях степени введены обозначения: $m = \frac{\mu}{N_A}$,

$R = N_A k_B$, N_A - число Авогадро, R - универсальная газовая постоянная. Аналогичные расчеты для других газов. Численные расчеты дают: азот – 5.1%, углекислый газ – 95.9%

Критерии оценивания:

Переписана формула Больцмана через молярную массу газов. **(5 баллов)**

Получено выражение для относительной концентрации отдельных газов **(15 баллов)**

Получены верные числовые значения для химического состава **(10 баллов)**

6. Перпендикулярно плоскости непроводящего покоящегося кольца массы m с зарядом q включено магнитное поле. После выключения поля кольцо приобрело угловую скорость вращения ω . Чему была равна индукция поля до выключения? (15 баллов)

Решение:

При изменении потока $\Phi = BS = B \cdot \pi R^2$ через плоскость кольца по его периметру возникает вихревое электрическое поле (закон Фарадея), напряженность которого E помноженное на длину окружности кольца дает значение ЭДС индукции (по модулю): $\varepsilon = E \cdot 2\pi R = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Таким

образом, заряженное кольцо в этом поле испытывает силу и приобретает ускорение, которое

можно определить из уравнения Ньютона: $ma = t \frac{\Delta V}{\Delta t} = F = Eq$. С учетом закона Фарадея для

индукции поля будем иметь: $B = \frac{2\Delta\varphi t}{q}$.

Критерии оценивания:

Используя закон Фарадея, получено выражение для напряженности вихревого электрического поля **(8 баллов)**

С учетом выражения для напряженности поля, записан второй закон Ньютона и получено выражение для индукции поля. **(7 баллов)**

Физика. 11 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 3

1. К двум рельсам железнодорожного пути подсоединили идеальный вольтметр, показания которого равны U . Расстояние между рельсами L . Вертикальная составляющая магнитного поля Земли B . С какой скоростью движется поезд вблизи вольтметра по этим путям? (5 баллов)

Решение:

Колесная пара вагонов (колеса и ось) представляет собой сплошное металлическое тело, поэтому при движении состава через площадь, ограниченную колесами, рельсами и цепью вольтметра меняется магнитный поток земного поля. Согласно закона Фарадея, для модуля ЭДС индукции можно записать: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = B \frac{LV\Delta t}{\Delta t} = BLV$. Так как вольтметр идеальный

(бесконечное внутреннее сопротивление), то его показания совпадают с этой ЭДС. Тогда для скорости получим: $V = \frac{U}{BL}$.

Критерии оценивания:

Записано выражение для закона Фарадея (2 балла)

Верно записано выражение для магнитного потока (2 балла)

Получен окончательный ответ для скорости (1 балл)

2. Локомотив толкает грузовые вагоны под подгрузочным конусом, из которого вагоны наполняются сыпучим материалом. Кроме преодоления сил трения локомотив развивает дополнительную тягу для движения состава с постоянной скоростью V . С какой скоростью заполняются вагоны (каков расход сыпучего материала μ в кг/с)? (20 баллов)

Решение:

Локомотив должен прикладывать силу тяги не только для преодоления не только возрастающей силы трения, но и на разгон сыпучего груза, попадающего в вагоны и увлекаемого в движение со скоростью состава. Оценить эту дополнительную силу можно с помощью уравнения Ньютона:

$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t} = \frac{(m + \Delta m)(V + \Delta V) - mV}{\Delta t}$. Так как скорость состава не меняется, то $\Delta V = 0$, а

$\Delta m = \mu\Delta t$. Тогда для расхода груза получим: $\mu = \frac{F}{V}$.

Критерии оценивания:

Записан второй закон Ньютона с использованием импульса (8 баллов)

Верно расписано выражение для изменения импульса (8 баллов)

Получен окончательный ответ (4 балла)

3. Атомная батарея (источник тока) представляет собой металлическую сферу радиуса R , в центре которой закреплен малый по размеру радиоактивный источник альфа-излучения. Скорость альфа-частиц V много меньше скорости света. Альфа-частицы, двигаясь от источника, оседают на сфере. Клеммы батареи подсоединены к радиоактивному материалу и

сфере. Максимальная силу тока, которую может обеспечить эта батарея I ? Какую максимальную разность потенциалов можно наблюдать на клеммах? Какова активность источника A (распадов в секунду)? (20 баллов)

Решение:

При альфа-радиоактивном распаде вещество испускает ядра гелия (удвоенный элементарный заряд $2e$). Эти частицы направляются к металлической сфере и, оседая на ней, обеспечивают положительный потенциал этого кожуха. Сам радиоактивный кристалл, теряя положительные частицы, заряжается отрицательно. Таким образом, на клеммах такой батареи возникает разность потенциалов. Максимальное значение силы тока будет достигнуто, когда все распадные альфа-частицы участвуют в переносе заряда во внешней цепи, подключенной к этой

батарее. Согласно определению силы тока: $I_{\max} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{2e \cdot A \cdot \Delta t}{\Delta t} = 2eA$. Тогда для активности

получим: $A = \frac{I_{\max}}{2e}$. Максимальная разность потенциалов будет достигнута тогда, когда заряд

радиоактивного кристалла столь велик, что кинетической энергии распадных частиц недостаточно, чтобы преодолеть притяжение к нему и достигнуть сферы. Пограничное

состояние достигается при условии: $2e \cdot \Delta\phi = \frac{mV^2}{2}$. Отсюда: $\Delta\phi = \frac{mV^2}{4e}$. Здесь m - масса ядра

гелия.

Критерии оценивания:

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения силы тока (5 баллов)

Получено верное выражение для тока и выражена активность (5 баллов)

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения разности потенциала (5 баллов)

Получено верное выражение разности потенциалов (5 баллов)

4. Игрушка "Картезианский водолаз" представляет собой небольшую пробирку массы m , которую в перевернутом виде (открытым концом вниз) погрузили в воду. Часть объема при этом оказалось заполнено из-за гидростатического давления. При этом пробирка обладает положительной плавучестью (не тонет). Внешнее давление равно атмосферному P_0 , но если его повышать, то пробирка-водолаз с некоторого момента начнет погружаться. Причем, существует такая глубина погружения, с которой водолаз не вернется на поверхность даже при уменьшении давления до атмосферного, а напротив, продолжит необратимое погружение. Критическая глубина h . Каков объем пробирки? (10 баллов)

Решение:

Существование критической глубины обусловлено гидростатическим давлением, которое увеличивается с глубиной. На этой глубине давление столь велико, что воздух сжат настолько сильно, что его объем недостаточен, чтобы сила Архимеда выиграла конкуренцию с силой тяжести. При глубинах чуть больших критической выталкивающая сила будет заведомо меньше силы тяжести, и водолаз будет обладать отрицательной плавучестью. Это событие наступает при условии:

$$mg = \rho g V \quad (1),$$

где V - объем воздуха в пробирке, ρ - плотность воды. Если считать, что процесс погружения водолаза и сжатия воздуха изотермическим, то можно записать: $P_0 V_0 = (P_0 + \rho gh)V$. Отсюда с учетом (1) получим: $V_0 = m \frac{(P_0 + \rho gh)}{P_0 \rho}$.

Критерии оценивания:

Приведены верные обоснования существования критической глубины достижения отрицательной плавучести (**4 балла**)

Верно записано условия безразличного плавания (**2 балл**)

Записано выражение для связи начального и конечного объема воздушной полости (изотермический процесс (**2 балла**))

Получен окончательный ответ (**2 балл**)

5. Концентрация газов в атмосфере планет в зависимости от высоты h с хорошей точностью описывается формулой Больцмана: $n = n_0 e^{-\frac{mgh}{k_B T}}$. Здесь n_0 - концентрация на уровне моря, m - масса молекулы, k_B - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура (считайте ее на любой высоте одинаковой). Приблизительный состав марсианской атмосферы примерно следующий: 2.7% - азот, 1.7% - аргон, 95.4% - углекислый газ. Средняя температура 240 К. Каково процентное содержание этих газов в атмосфере на высоте 10 км? (30 баллов)

Решение:

Процентное содержание, например, первого газа на высоте h можно определить по формуле:

$$\frac{n_1}{n_1 + n_2 + n_3} = \frac{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}}}{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}} + n_{02} e^{-\frac{\mu_2 gh}{RT}} + n_{03} e^{-\frac{\mu_3 gh}{RT}}}. \text{ Здесь } n_{01}, n_{02}, n_{03} - \text{концентрации газов на}$$

уровне моря, которые пропорциональны долям на этом уровне. В показателях степени введены

обозначения: $m = \frac{\mu}{N_A}$, $R = N_A k_B$, N_A - число Авогадро, R - универсальная газовая постоянная.

Аналогичные расчеты для других газов. Численные расчеты дают: азот – 5.7%, аргон – 2%, углекислый газ – 92%

Критерии оценивания:

Переписана формула Больцмана через молярную массу газов. (**5 баллов**)

Получено выражение для относительной концентрации отдельных газов (**15 баллов**)

Получены верные числовые значения для химического состава (**10 баллов**)

6. Перпендикулярно плоскости непроводящего покоящегося кольца массы m включено магнитное поле индукции B . Кольцо приобретает угловую скорость вращения ω . Каков заряд кольца? (15 баллов)

Решение:

При изменении потока $\Phi = BS = B \cdot \pi R^2$ через плоскость кольца по его периметру возникает вихревое электрическое поле (закон Фарадея), напряженность которого E помноженное на длину окружности кольца дает значение ЭДС индукции (по модулю): $\varepsilon = E \cdot 2\pi R = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Таким

образом, заряженное кольцо в этом поле испытывает силу и приобретает ускорение, которое

можно определить из уравнения Ньютона: $ma = t \frac{\Delta V}{\Delta t} = F = Eq$. С учетом закона Фарадея для

приращения скорости будем иметь: $q = \frac{2m\omega}{B}$.

Критерии оценивания:

Используя закон Фарадея, получено выражение для напряженности вихревого электрического поля **(8 баллов)**

С учетом выражения для напряженности поля, записан второй закон Ньютона и получено выражение для заряда. **(7 баллов)**