Выход $12^{50}$

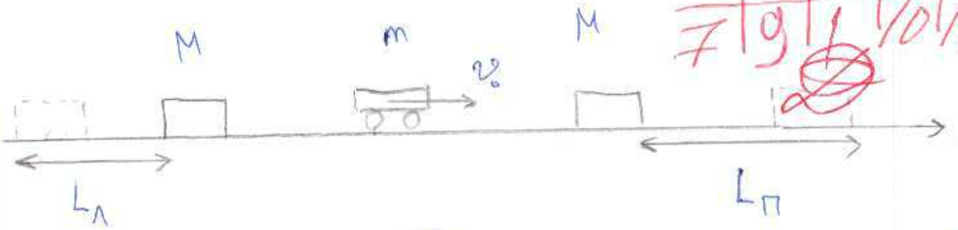
№2

В-38

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Σ |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 9 | 1 | 10 | 10 | 37 |

Дано:
$M$
$m = \frac{M}{3}$
$v_0$
$\mu$

Найти:
$L_п$ (правый) - ?
$L_л$ (левый) - ?




Решение:

Рассмотрим первый удар:

З.С.И. на Ox:

$m v_0 = m v'_{1x} + M v'_{2x}$, где $v'_{1x}$ - проекция скорости тележки после удара

$v'_{2x}$ - проекция скорости (правого) бруска после удара.

З.С.Э.:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v'^2_{1x}}{2} + \frac{M v'^2_{2x}}{2} \quad \left( \begin{matrix} v'^2_{1x} = v'^2_1 \\ v'^2_{2x} = v'^2_2 \end{matrix} \text{ т.к. они двигаются только вдоль } Ox \right)$$

Решая систему из этих двух уравнений, получим:

$$v'_{1x} = \frac{m-M}{m+M} v_0$$

$$v'_{2x} = \frac{2m}{m+M} v_0$$

Учитывая, что $m = \frac{M}{3}$, получаем:

$$v'_{1x} = -\frac{v_0}{2}$$

$$v'_{2x} = \frac{v_0}{2}$$

То есть, после удара тележка поедет со скоростью $\frac{v_0}{2}$ в обратную сторону, а брусок - со скоростью $\frac{v_0}{2}$ ~~вдоль Ox~~. вправо.

Очевидно, что после каждого удара будет происходить аналогичное, т.е. после второго удара левый брусок поедет влево со скоростью $\frac{v_0}{4}$, а тележка - вправо со скоростью $\frac{v_0}{4}$; после третьего правый поедет вправо со скоростью $\frac{v_0}{8}$, а тележка влево со скоростью $\frac{v_0}{8}$ и т.д.

Рассмотрим перемещение правого бруска после I удара

З.С.Э.:

$$\frac{M v_{1x}'^2}{2} = F_{тр.} L_I^п = \mu M g L_I$$ , $L_I^п$ - перемещение, о котором говорилось выше.

$$L_I^п = \frac{v_{1x}'^2}{2\mu g}$$

$$L_п = \sum_{i=I}^{\infty} L_i^п = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} v_{1xi}^2}{2\mu g}$$ , $v_{1xi}^2$ - квадрат скорости правого бруска после $i$-ого удара правого бруска с тележкой.

$$\sum_{i=1}^{\infty} v_{1xi}^2 = \frac{v_0^2}{4} + \frac{v_0^2}{64} + \dots$$

Несложно понять, что это сумма бесконечно убывающей геом. прогрессии, первый член которой $\frac{v_0^2}{4}$, а знаменатель $\frac{1}{16}$. Воспользуемся формулой из математики $\left(S = \frac{b_1}{1-q}\right)$:

$$\sum_{i=1}^{\infty} v_{1xi}^2 = \frac{v_0^2}{4\left(1-\frac{1}{16}\right)} = \frac{4v_0^2}{15}$$

$$L_п = \frac{4v_0^2}{30\mu g}.$$

Проведя аналогичные рассуждение для левого бруска получим (различие лишь в том, что прогрессия будет выглядеть как $\frac{v_0^2}{16}; \frac{v_0^2}{256}; \dots$):

$$L_л = \frac{v_0^2}{30\mu g}.$$

Ответ: $\frac{4v_0^2}{30\mu g}$ и $\frac{v_0^2}{30\mu g}$.

Решение:

Дано:
$\rho$
$L$
$p_0$
$T_0$
$h$

$T - ?$

Пусть после нагрева в правом цилиндре осталось $\nu_1$ газа, а в левом стало $\nu_2$ газа. Тогда, т.к. перед тем как закрыли ~~цилиндр~~ кран давление и объемы газов в цилиндрах были равны (иначе газ бы двигался), то:

$$\nu_1 RT = \nu_2 RT_0$$

$$\nu_1 T = \nu_2 T_0 \quad (1)$$

Пусть после остывания ~~тела~~ давление газа в левом цилиндре было $p_2$, а в правом $p_1$. ~~то~~

Очевидно, что если разность уровней в цилиндрах $2h$, то в правом уровень увеличился на $h$, а левом уменьшился на $h$ (после остывания давление газа в правом уменьшится), тогда:

$$p_1(L-h)S = \nu_1 RT_0 \quad (2)$$

$$p_2(L+h)S = \nu_2 RT_0 \quad (3)$$

($S$ - площадь цилиндра)

Т.к. это сообщающиеся сосуды, то:

$$p_2 = p_1 + 2\rho g h \quad (4)$$

Начальное условие для всего газа:

$$2p_0 LS = (\nu_1 + \nu_2) RT_0 \quad (5)$$

$$\begin{cases} \nu_1 T = \nu_2 T_0 \\ p_1(L-h)S = \nu_1 RT_0 \\ p_2(L+h)S = \nu_2 RT_0 \\ p_2 = p_1 + 2\rho g h \\ 2p_0 LS = (\nu_1 + \nu_2) R_a T_0 \end{cases}$$

$p_1 = \frac{\nu_1 R T_0}{(L-h)S}$ ; $p_2 = \frac{\nu_2 R T_0}{(L+h)S}$ подставим в (4)

$$\frac{\nu_1 R T_0}{(L-h)S} + 2\rho g h = \frac{\nu_2 R T_0}{(L+h)S}$$

Из (1):

$$\nu_2 = \nu_1 \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{\nu_1 R T_0}{(L-h)S} + 2\rho g h = \frac{\nu_1 R T}{(L+h)S}$$

$$\nu_1 = \frac{2\rho g h S (L+h)(L-h)}{R(T-T_0)} = \frac{2\rho g h S (L+h)(L-h)}{R(T(L-h)-T_0(L+h))}$$

$$\nu_2 = \frac{2\rho g h S (L+h)(L-h)}{R(T-T_0)} \frac{T}{T_0} = \frac{2\rho g h S (L+h)(L-h)\, T}{R(T(L-h)-T_0(L+h))\, T_0}$$

В (5):

$$\cancel{2} p_0 L \cancel{S} = \frac{\cancel{2}\rho g h \cancel{S}(L+h)(L-h)T_0 + \cancel{2}\rho g h \cancel{S}(L+h)(L-h)T}{\cancel{R}(T-T_0)\cancel{T_0}} \cancel{R T_0}$$

$$T p_0 L - T_0 p_0 L = \rho g h (L+h)(L-h) T_0 + \rho g h (L+h)(L-h) T$$

$$T =$$

$$\cancel{2} p_0 L \cancel{S} = \frac{\cancel{2}\rho g h \cancel{S}(L+h)(L-h)T_0 + \cancel{2}\rho g h \cancel{S}(L+h)(L-h)T}{\cancel{R}(T(L-h)-T_0(L+h))\cancel{T_0}} \cancel{R T_0}$$

$$T(L-h)p_0 L - T_0(L+h)p_0 L = \rho g h (L+h)(L-h)T_0 + \rho g h (L+h)(L-h) T$$

$$T = T_0 \frac{(L+h)(p_0 L + \rho g h (L-h))}{(L-h)(p_0 L - \rho g h (L+h))}$$

Ответ: $T_0 \frac{(L+h)(p_0 L + \rho g h (L-h))}{(L-h)(p_0 L - \rho g h (L-h))}$

№ 5 В - 38

Дано:

$U_{AB} = 5\,В$

$J = kU^2$

$k = 0{,}1\ \frac{А}{В^2}$

$U_0 = 1\,В$

$U_1 - ?$

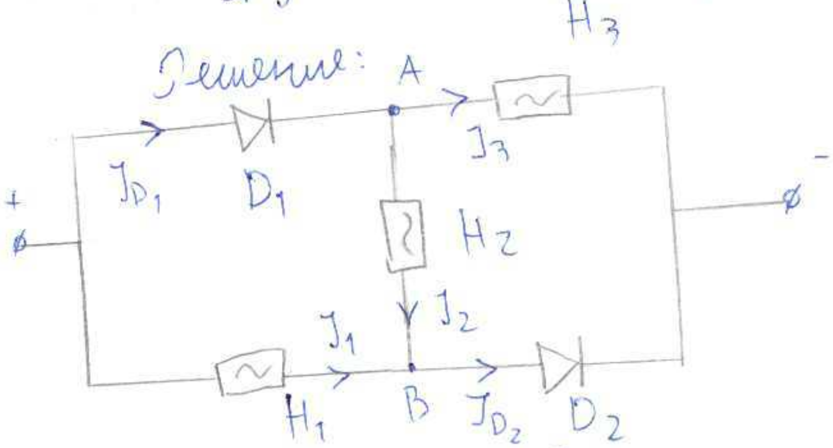
$U_2 - ?$

$U_3 - ?$

$J_{D_1} - ?$

$J_{D_2} - ?$

Решение:



~~Схема симметрична~~

Докажем, что оба диода открыты.

1) Если закрыты оба диода, то на каждом н. э. падение напряжения равно $\frac{5}{3}$ В. Напряжение на $D_1$ равно напряжению на $H_1$ + на $H_2$, то есть $\frac{10}{3}$ В, но это больше 1 В, значит диод открыт и наше предположение неверно.

2) Если закрыт $D_1$, ~~то~~ а $D_2$ открыт, то напряжение на $H_1$ равно 4 В, а на $H_2$ и $H_3$ - 0,5 В, но $U_{D_1} = U_{H_1} + U_{H_2} = 4{,}5\,В > 1\,В$ - значит наше предп. неве[рно]

3) ~~Ес~~ Если закрыт $D_2$, а $D_1$ открыт, то $U_{H_3} = 4\,В$ $U_{H_1} = U_{H_2} = 0{,}5\,В$, $U_{D_2} = U_{H_2} + U_{H_3} = 4{,}5\,В > 1\,В$ - значит наше пре[дп.] нев[ерно]

Значит оба диода открыты.

Тогда, $U_{AB} = U_0 + U_3$

$U_3 = U_{AB} - U_0$

$U_3 = 4\,В$

$U_{AB} = U_0 + U_1$

$U_1 = 4\,В$

$U_{AB} = 2U_0 + U_2$

$U_2 = U_{AB} - 2U_0$

$U_2 = 3\,В$

Причем, ток через $H_2$ течет вниз (Иначе $U_3 > U$ ...1)

Находим токи через н.э.:

$J_1 = J_3 = 1,6A$

$J_2 = 0,9A$

I правило Кирхгофа для узла A:

$J_{D_1} = J_3 + J_2$

$J_{D_1} = 2,5A$

I пр. К. для узла B:

$J_{D_2} = J_1 + J_2$

$J_{D_2} = 2,5A$

Ответ: 4B; 3B; 4B; 2,5A; 2,5A.

№1

Дано:

$v_{ф0} = v$

$v_{Б0} = \sqrt{3} v$

$m_ф = m_Б = m$

---

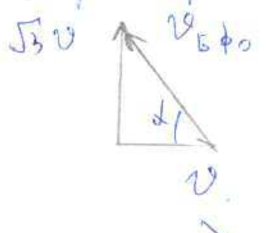
$v_{ф min} - ?$

$v_{Б min} - ?$

Решение:

Перейдем в СО, движущуюся так же как и фанера в начальный момент, (т.е. вправо со скоростью $v$)

В этой СО ~~от~~ нач. скорость бруска равна: $\vec{v}_{Бф} = \vec{v}_Б - \underbrace{\vec{v}_{ф0}}_{\vec{v}}$



(По т. Пифагора:

$v_{Бф_0} = \sqrt{3v^2 + v^2} = 2v$)

Сила трения $F_{тр.} = \mu mg$ действует против направления $\vec{v}_{Бф0}$, значит, ~~отно~~ скорость бруска в этой СО будет уменьшаться, но всегда лежать на той же прямой, что и $\vec{v}_{Бф0}$.

№3 B-38

Дано:
$F = kr\upsilon$
$r_0 = 1$ мм
1) $H$ - ?
2) $\tau_1$ - ?
$r_1 = 0{,}5$ мм
3) $\tau_2$ - ?
$r_0 = 1$ мм
$H = 10$ м

Решение:

Тангенс угла наклона касательной, проведенной графику равен $\frac{dh}{dt}$, а $\upsilon = -\frac{dh}{dt}$ ($\upsilon$-скорость пузырька), т.е. $\upsilon = -tg\,\alpha$
$\alpha$ - угол наклона касательной.
~~При t~~ Около 0 с график является линейным, т.е. $tg\,\alpha = const$, а значит $\upsilon = const$.
Т.е. у дна ~~шар~~ пузырек двигается равномерно.

$\upsilon_0 \approx \frac{8}{45} \frac{\text{усл. ед.}}{\text{с}} \approx 0{,}178 \frac{\text{усл. ед.}}{\text{с}}$ ; $\upsilon_0$ - его скорость у дна.


~~II~~ I закон Ньютона:

$0 = F_A - mg - F$

$0 = \rho g \frac{4}{3}\pi r_0^3 - mg - k\upsilon r_0$

$mg \ll F_A$, значит

$3k\upsilon r_0 = 4\rho g \pi r_0^3$

$3k\upsilon = 4\rho g \pi r_0^2$

$k = \frac{4\rho g \pi r_0^2}{3\upsilon}$

$k \approx 0{,}236 \frac{\text{кг}}{\text{усл.ед} \cdot \text{с}}$

1

Закон Менделеева Клайперона:

$(p_0 + \rho g H)\frac{4}{3}\pi r_0^3 = \nu RT$, $\nu$ - кол-во в-ва газа
$T$ - темп. воды (и газа)

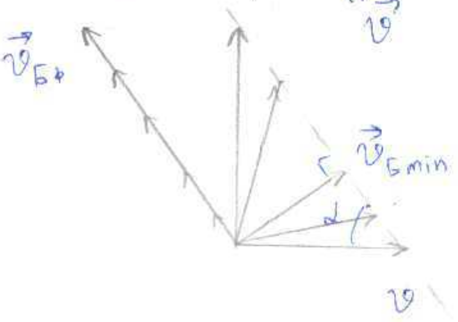
$\cancel{p_0 + \rho g}$,

1б

№1 (продолжение)

~~Чтобы найти $\vec{v}_Б$ и~~

$\vec{v}_Б = \vec{v}_{БФ} + \vec{v}_{ФО}$, $\vec{v}_{ФО} = \vec{v}$




Из чертежа видно, что $v_Б$ минимально, когда $\vec{v}_Б \perp \vec{v}_{БФ}$

$v_{Б min} = v \sin\alpha$

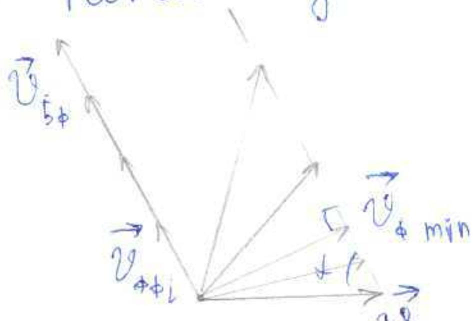
Найдем $\sin\alpha$ из 1 рисунка:

$$\sin\alpha = \frac{\sqrt{3}\, v}{2v} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v_{Б min} = \frac{\sqrt{3}}{2} v$$

Скорость фанеры в этой СО в начале равна 0, а потом увеличивается вдоль $\vec{v}_{БФ}$ (из-за трения)

$\vec{v}_Ф = \vec{v} + \vec{v}_{ФФ}$




Из чертежа видно, что $v_Ф$ минимальн(а), когда $\vec{v}_Ф \perp \vec{v}_{БФ}$

$v_{Ф min} = v \sin\alpha$

$$v_{Ф min} = \frac{\sqrt{3}}{2} v$$

Скорость $v_{БО} = 2v$, а $v_{БФ} = \frac{v}{2}$, когда $v_{Б min} = v_Б$,

т.е. это произойдет через $t = \frac{1,5v}{a} = \frac{1,5v}{\mu g}$

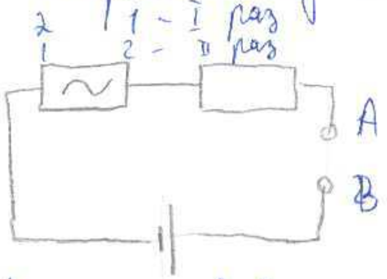
За это время $v_{ФФ}$ может вырасти до $1,5v$, т.е. $v_{Ф min}$ успеет настать (через $t = \frac{0,5v}{\mu g}$) до того, как брусок остановится в этой СО

Ответ: $\frac{\sqrt{3}}{2} v$; $\frac{\sqrt{3}}{2} v$.

~~№3~~

№ 10.2

1. Соберем ~~эту~~ следующую схему:




— черный ящик

— резистор сопротивлением 10 Ом

цифры показывают, как подключен черный ящик (2 и 1)

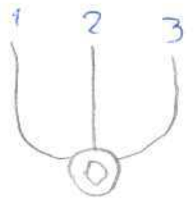
Между выводами A и B будем ставить переменный резистор по-разному (чтобы изменять сопротивление) (или вообще не ставить)

Вольтметром будем измерять напряжение на черн. ящ. – $U$, а также на резисторе – $U_R$.

Ток $I$ посчитаем по закону Ома: $I = \frac{U_R}{R}$, где $R = 10$ Ом

1) Черный ящик – 1 к „+", 2 к „–"

| N опыта | Какие выводы пер. рез. подключены | $U$, В | $U_R$, мВ | $I$, мА |
|---|---|---|---|---|
| 1 | – | 4,81 | 81,1 | 8,11 |
| 2 | 12 | 3,59 | 60,3 | 6,03 |
| 3 | 13 | 1,87 | 31,4 | 3,14 |
| 4 | 23 | 1,97 | 33,3 | 3,33 |




перемен. резист.

| 1 | 2 | Σ |
|---|---|---|
| 6 | 4 | 10 |

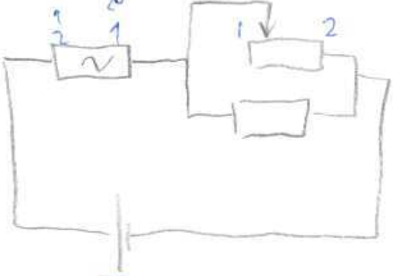
2) 1 к „–", 2 к „+"

| N опыта | см. выше | $U$, В | $U_R$, мВ | $I$, мА |
|---|---|---|---|---|
| 1 | – | 4,5 | 255 | 25,5 |
| 2 | 12 | 2,90 | 115 | 1.1,5 |
| 3 | 13 | 1,80 | 31 | 3,1 |
| 4 | 23 | 1,85 | 32 | 3,2 |

Найдя все сопротивления переменного резистора ($U_{п.р.} = U_0 - U - U_R$ ; $R_{пр} = \frac{U_{пр}}{J}$ ; $U_0$ - напряжение на батарейке ; $U_0 \approx 4,98$ В), получим: $R_{13} \approx 980$ Ом ; $R_{23} \approx 894$ Ом ; $R_{12} \approx 2210$ Ом

Подключать $R_{13}$ и $R_{23}$ параллельно $R = 10$ Ом не имеет смысла, т.к. это очень слабо изменит показания, поэтому ~~подкл~~ сделаем следующую схему:

11⁴⁶ – 11⁴⁹



В I случае:

$U = 4,56$ В

$U_R = 54,1$ мВ

$J = 5,41$ мА

Во II случае:

$U = 4,38$ В

$U_R = 179,5$ мВ

$J = 17,95$ мА

2. Приняв направление тока в черном ящике от 2 к 1 - за положит., а от 1 к 2 - за отриц., строим ВАХ (см. на миллиметровке).

Очевидно, что точка (0;0) принадлежит графику.

3. Если бы в „черном ящике" была бы лампочка, то график был бы симметричен отн. O, но это не так, значит там диод.

График при $U \in (-\infty, 0]$ и при малых $U \in [0; +\infty)$ является линейным, т.е. сопротивление внутри ЧЯ постоянно. Это может быть только если диод подключен параллельно с ~~хотоо~~ хотя бы одним резистором (иначе J было бы равно 0)

10.2 В-38

(продолжение)

Если бы к этой конструкции был бы подсоединен резистор последовательно, то график бы не возрастал так резко после $u \approx 2$ В, а если параллельно, то мы это никогда не узнаем (2 резистора парал. или послед. можно заменить одним эквивалентным), поэтому в ЧН всего один резистор. Его сопротивление найдем как ctg α, где α - угол наклона линейной части графика.

$R_1 = ctg\,\alpha = \cancel{\frac{3,5 \text{ В}}{6 \cdot 10^{-3} \text{ А}} \approx 583,3 \text{ Ом}} = \frac{u_0}{I_0} = \frac{4,81 \text{ В}}{8,11 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 593,1$ Ом

Ответ: внутри - диод с резистором, соединенные параллельно*; ~~$R_1 \approx 583,3$ Ом~~ см. ниже.

Погрешности:

~~$\Delta u_0 =$~~ ~~1) Крест ошибок (см. миллиметровку)~~

~~$\Delta u =$~~

$\Delta u_0 = 0,03$ В

$\varepsilon_{u_0} = \frac{0,03}{4,81}$

$\Delta I_0 = 0,03 \cdot 10^{-3}$ А

$\varepsilon_{I_0} = \frac{0,03}{8,11}$

$\varepsilon_{R_1} = \varepsilon_{u_0} + \varepsilon_{I_0}$

$\varepsilon_{R_1} = 0,0099 \approx 1\%$

$\Delta R_1 = 5,9$ Ом

$\boxed{R_1 = (593,1 \pm 5,9) \text{ Ом} \quad ; \quad \varepsilon_{R_1} = 1\%}$

~~Ответ~~

* Примечание: теоретически последовательно к диоду или всей конструкции может быть подсоединен резистор с малым сопротивлением, но зарегистрировать его наличие сложно, поэтому я считаю, что ответ (см. выше) верный.

1. Поместим в шприц как можно больше пшена (чтобы погрешность была меньше), но чтобы можно было измерить объем.

Затем давим на поршень до тех пор, пока он не перестанет двигаться. Измеряем получившийся объем ~~ж~~ пшена. Имеем: $V_{K\,(\text{крупы})} = 19$ мл.

До этого (когда шприц был пустой) измеряем его (шприца) массу с помощью весов имеем: $m_Ш = 11{,}37$ г.

Теперь измеряем массу крупы вместе со шприцем, имеем: $m_Ш + m_K = 27{,}13$ г

~~Δ~~ $m_K = 15{,}76$ г

$$\rho_K = \frac{m_K}{V_K}$$

$$\rho_K = 829{,}47\ \frac{кг}{м^3}$$

Погрешность:

$\Delta V_K = 1$ мл ; $\varepsilon_{V_K} = \frac{1}{19}$

$\Delta m_Ш = \Delta(m_Ш + m_K) = 0{,}03$ г

$\Delta m_K = 2\,\Delta m_Ш = 0{,}06$ г

$$\varepsilon_{m_K} = \frac{0{,}06}{15{,}76}$$

~~Δ~~ $\varepsilon_{\rho_K} = \varepsilon_{V_K} + \varepsilon_{m_K}$

$\varepsilon_{\rho_K} = 0{,}0564 = 5{,}64\%$

$\Delta\rho_K = \rho_K \cdot \varepsilon_{\rho_K}$

$\Delta\rho_K = 46{,}8\ \frac{кг}{м^3}$

$\rho_K = (829{,}5 \pm 46{,}8)\ \frac{кг}{м^3}$ ; $\varepsilon_{\rho_K} = 5{,}64\%$.

10.1

(продолжение)

2. Массу зерен находим аналогично, только поршень не двигаем (зерно не должно быть сдавлено).

$V_з = 20$ мл

$m_з + m_ш = 27{,}45$ г

$m_з = 16{,}08$ г

$\rho_з = 804 \frac{кг}{м^3}$

$\varepsilon_{V_з} = \frac{1}{20}$

$\varepsilon_{m_з} = \frac{0{,}06}{16{,}08}$

$\varepsilon_{\rho_з} = 0{,}0537 = 5{,}37\%$

$\Delta\rho_з = 43{,}2 \frac{кг}{м^3}$

$\rho_з = (804{,}0 \pm 43{,}2) \frac{кг}{м^3}$ ; $\varepsilon_{\rho_з} = 5{,}37\%$

3. Измерим массу драже, для этого:
Измерим массу 10 штук драже на весах, имеем:

$10m_д = 4{,}87$ г

$m_д = 0{,}487$ г

Измерим объем драже:
~~Насып~~ Поместим в шприц пшено как в п. 2 и измерим его объем, имеем: $V_1 = 15$ мл.
Теперь поместим 10 штук драже в пшено, так чтобы пшено полностью покрывало сверху драже и чтобы не было ~~бы~~ ~~пусто~~ воздуха между драже и ~~можно дать сначала~~ пшеном. Измеряем новый объем: $V_2 = 19$ мл

$10V_д = V_2 - V_1 = 4$ мл

$V_д = 0{,}4$ мл

$\rho_д = \frac{m_д}{V_д}$

$\rho_g = 1217{,}5\ \frac{кг}{м^3}$

$\Delta(10m_g) = 0{,}03$ г

$\Delta m_g = 0{,}003$ г ; $\varepsilon_{m_g} = \frac{0{,}003}{0{,}487}$

$\Delta V_1 = 1$ мл

$\Delta V_2 = 1$ мл

$\Delta(V_2 - V_1) = 2$ мл $= \Delta(10V_g)$

$\Delta V_g = 0{,}2$ мл

$\varepsilon_{V_g} = \frac{0{,}2}{0{,}4} = 0{,}5$

$\varepsilon_{\rho_g} = \frac{0{,}003}{0{,}487} + 0{,}5 = 0{,}5062 = 50{,}62\%$

$\Delta\rho_g = 616{,}3\ \frac{кг}{м^3}$

$\rho_g = (1217{,}5 \pm 616{,}3)\ \frac{кг}{м^3}$; $\varepsilon_{\rho_g} = 50{,}62\%$

Ответ: 1. $(829{,}5 \pm 46{,}8)\ \frac{кг}{м^3}$ ; $\varepsilon = 5{,}64\%$

2. $(804{,}0 \pm 43{,}2)\ \frac{кг}{м^3}$ ; $\varepsilon = 5{,}37\%$

3. $(1217{,}5 \pm 616{,}3)\ \frac{кг}{м^3}$ ; $\varepsilon = 50{,}62\%$.