



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

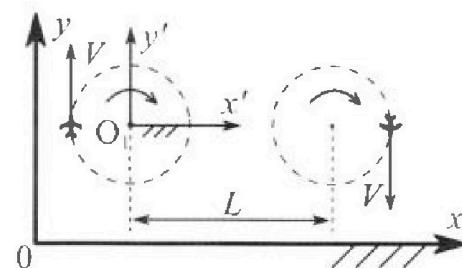
Вариант 10-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 100 \text{ м/с}$ (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолёт, $R=500 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, где N – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, mg – сила тяжести летчика.

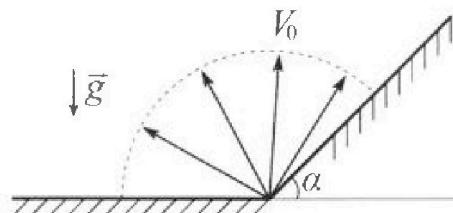


В некоторый момент времени самолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального удаления. Расстояние между центрами окружностей $L=1,25 \text{ км}$. Вектор скорости каждого самолета показан на рис.

2. Найдите в этот момент скорость \vec{U} второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора \vec{U} .

2. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Продолжительность полета осколка, упавшего на горизонтальную поверхность на максимальном расстоянии от точки разрыва, равна $T = 5 \text{ с}$, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S = 100 \text{ м}$.

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



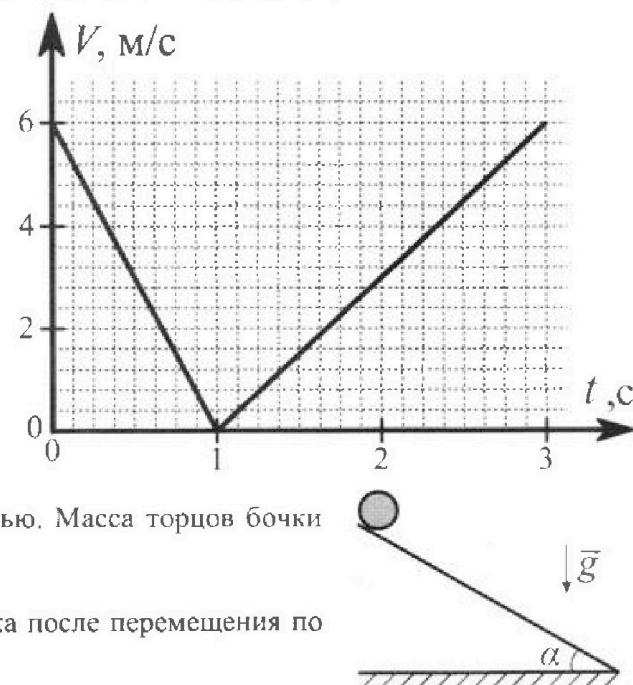
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.

2. Найдите угол α , который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

3. В первом опыте на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы до и после остановки происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Найдите $\sin \alpha$, где α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n=4$ раза больше массы бочки. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка после перемещения по вертикали на $h=1,5 \text{ м}$?

3. Найдите ускорение a , с которым движется бочка.

4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-04

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



4. В изохорическом процессе от смеси идеальных газов гелия и азота отводят $Q = 2320$ Дж теплоты. Температура смеси уменьшается на $|\Delta T_1| = 58$ К. Если в изобарическом процессе от той же смеси отвести то же самое количество теплоты, то температура смеси уменьшится на $|\Delta T_2| = 40$ К.

1. Найдите работу А внешних сил в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_p смеси в изобарическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа атомов гелия к числу молекул азота в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа азота $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Отрицательно заряженная частица движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен до напряжения U , расстояние между обкладками d . В некоторый момент частица движется скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $\frac{3}{8}d$ от отрицательно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в малой окрестности рассматриваемой точки равен R .

1. Найдите удельный заряд $\gamma = \frac{q}{m}$ частицы, здесь q —заряд частицы, m —масса частицы.
Через некоторое время после вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).
2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

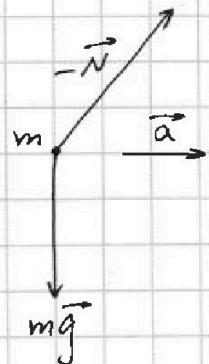
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. v

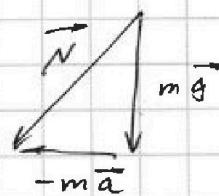
$\overset{N}{\nearrow}$
отн. земли:
на пилота действует $-\vec{N}$ (но 3 3н),
 \vec{mg} .
Пил. движ. с V по окр. радиусу R ,
если ус. уск. нет

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$23н: m\vec{a} = -\vec{N} + \vec{mg}$$



$$\vec{N} = m(\vec{g} - \vec{a}) :$$



$$\Rightarrow N^2 = (mg)^2 + (ma)^2 \Rightarrow \frac{N}{mg} = \frac{\sqrt{(mg)^2 + (ma)^2}}{mg} = \\ = \sqrt{1 + \frac{(ma)^2}{(mg)^2}} = \sqrt{1 + \frac{a^2}{g^2}} = \sqrt{1 + \frac{\frac{20^2}{10^2}}{10^2}} = \sqrt{5}$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{100^2}{500} = \frac{10000}{500} = 20 \frac{m}{s^2}$$

$$\frac{20^2}{10^2} = \frac{400}{100} = 4$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2. $x'0, y'$ брауз. с ω по π/c . (на рис. усл.)

$$\omega R = V \Rightarrow \omega = \frac{V}{R} = \frac{100}{500} = \frac{1}{5} \left(\frac{1}{c}\right)$$

расст. от O_1 до 2-го самолёта $D = L + R$

тогда $\vec{U} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$, т.е. $|\vec{V}_1| = V$, $\vec{V}_2 \downarrow y'$,

$$|\vec{V}_2| = \omega D, |\vec{V}_2| \downarrow y'$$

$$\Rightarrow \vec{U} \downarrow y', \text{ т.е. } \vec{U} \downarrow y$$

$$U = V_1 + V_2 = V + \omega D = V + \omega (L + R) =$$

$$= 100 + \frac{1}{5} (1250 + 500) = 450 \frac{4}{c}$$

$$\begin{array}{r}
 + \frac{1250}{500} \\
 - \frac{500}{1750} \\
 \hline
 - \frac{1750}{1750} \\
 - \frac{15}{15} \\
 \hline
 25 \\
 - 25 \\
 \hline
 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{1}{5} \\
 \sqrt{350} \\
 \downarrow
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \text{(т.е. } \vec{U} \text{ сонапр. со ск.} \\
 \text{2-го сам. отн. земли)}
 \end{array}$$

Ответ: $|U| = 450 \frac{4}{c}$,

\vec{U} напр. туда же, куда и скорость 2-го самолёта отн. земли.

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{5}$$



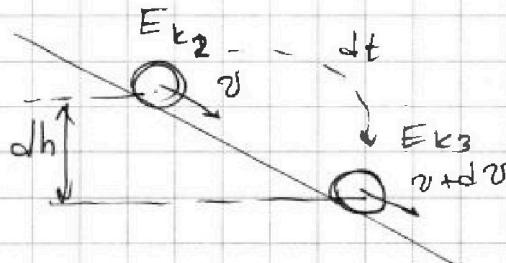
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
3 из 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3.



пусть за dt мячка
спускается на dh по
высоте и изм. свою
скорость v на $v+dv$.

$$a = \frac{dv}{dt}$$

dt, dh, dv - малы.

Т. Кинура:

$$Ek_2 = \frac{Mv^2}{2} + \frac{\frac{1}{2}Mv^2}{2} = \frac{6}{10} Mv^2 - \text{кин. эн. при } v$$

$$\begin{aligned} Ek_2 &= \frac{M(v+dv)^2}{2} + \frac{\frac{1}{2}M(v+dv)^2}{2} = \frac{6}{10} M(v+dv)^2 = \\ &\uparrow \\ \text{кин. эн. при } v+dv &= \frac{6}{10} M(v^2 + 2vdv + dv^2) \end{aligned}$$

Т. об изм. $E_{\text{кин.}}$:

$$Ek_2 - Ek_1 = Mg \cdot \frac{dh}{\sin\alpha} \cdot \sin\alpha = Mg dh$$

$$\frac{6}{10} M(v^2 + 2vdv + dv^2) - \frac{6}{10} Mv^2 = Mg dh \Rightarrow \frac{6}{5} v dv = g dh$$

$$(v+dv)^2 - v^2 = 2ad h$$

$$2v^2 + 2vdv - v^2 = 2ad h \Rightarrow dh = \frac{2vdv}{2a}$$

$$\begin{aligned} \frac{6}{5} v dv = g \frac{2vdv}{2a} &\Rightarrow a = \cancel{2v} \frac{5}{6} g = \frac{5}{6} \cdot 10 = \\ &= \frac{5 \cdot 5}{3} = \frac{25}{3} \approx 8,33 \frac{m}{s^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -\frac{25}{24} &\cancel{\frac{3}{8,33}} \\ -\frac{9}{10} & \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 5

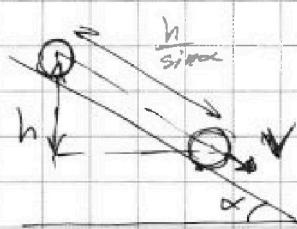
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$= \frac{3}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{10}} = \frac{3}{4\sqrt{20}}$$

Mo - коэф. тр. из 1-го эксп.

2. Второй опыт.

M - масса доски + багаж, R - радиус доски



~~ЭКИПАЖ~~ изм. кин. эн. доски

$$A = \delta E_{kin}$$

работа всех сил на доску

Багаж - из. движк (не вращал) \Rightarrow можно считать, что багаж движ. поступательно.

$\frac{1}{5}M$ - масса стекок доски, $\frac{4}{5}M$ - масса багаж.

$$A = M_{bag} g \cdot \frac{h}{\sin \alpha} \cdot \sin \alpha = mgh.$$

ост. сильы работы на поверхн.

$E_{kin,0} = 0$ - доска E_{kin}

$E_{kin,1} =$ стала E_{kin} кин. эн. обода отн. г.м.

$$E_{kin,1} = \frac{M}{2} g h + \frac{1}{2} I_{cm} \omega^2 \quad (багаж отн. г.м. не движ.)$$

$$E_{kin,1} = \frac{(M \cdot V^2)}{2} + \frac{(4/5 M V^2)}{2} - \text{но T. Кенинга}$$

$$\text{Умнож. } M_{bag} g h = \frac{6}{10} M V^2 \Rightarrow g h = \frac{6}{10} V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{10}{6} g h} = \sqrt{\frac{10}{6} \cdot 10 \cdot 1,5} = 10 \sqrt{\frac{1,5}{6}} =$$

$$= 10 \sqrt{\frac{3}{12}} = 10 \sqrt{\frac{3}{4 \cdot 3}} = 5 \frac{m}{s}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
4 ИЗ 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

4. Бочка не проскальзывает $\Rightarrow \mu_{\text{t}} - \text{кас.}$ бочки и каната.
н. скорость членов.

Проскальзывание наступает, когда
 $\mu \in [\mu_{\min}; +\infty)$.

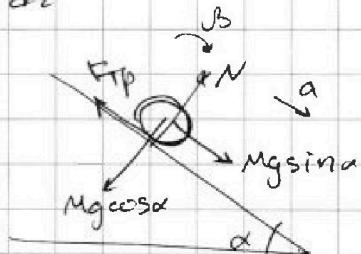
$\mu_{\min} : F_{\text{тр}} = \mu_{\min} N$ обеспечивает ~~на~~ угловое
ускорение (в иных случаях ($\mu > \mu_{\min}$) уск. обесп.
сила $\leq \mu N$)

$$\text{угловое уск. } \beta = \frac{d\omega}{dt}$$

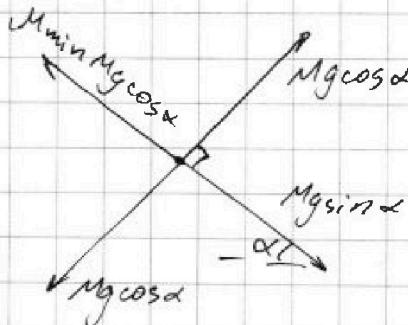
$$\omega R = v \Rightarrow \omega = \frac{v}{R} \Rightarrow \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{R} \frac{dv}{dt} = \frac{\alpha}{R}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{R}$$

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \sum \vec{F} = \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{Mg} + \vec{N}$$



$$\begin{aligned} F_{\text{тр}} &= \mu_{\min} N \\ N &= Mg \cos \alpha \end{aligned} \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu_{\min} Mg \cos \alpha$$



по MV т.к.
членов не

Следовательно $Mg \sin \alpha = \frac{d(p)}{dt} = \frac{d(MV)}{dt}$
по Т. о движении центра масс:

$$Mg \sin \alpha - \mu_{\min} Mg \cos \alpha = Ma \Rightarrow$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
5 ИЗ 5

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

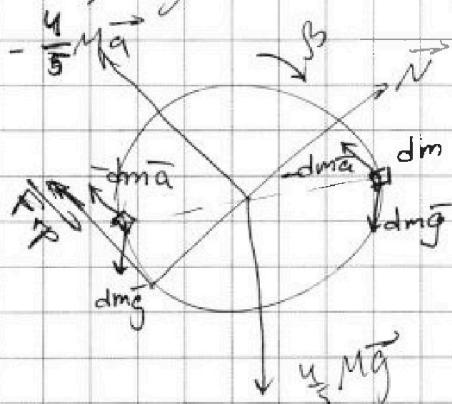
$$g \sin \alpha - \mu_{\min} g \cos \alpha = a$$

$$\mu_{\min} = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \frac{10 \cdot 0,45 - \cancel{\frac{5}{3}} \cdot \frac{5}{6} \cdot 10}{10 \cdot \sqrt{1 - 0,45^2}} =$$

$$= \frac{0,45 - \frac{5}{6}}{\sqrt{0,8}} = \frac{(0,45 - \frac{5}{6}) \cdot 10}{2 \sqrt{2} \cdot \sqrt{10}} = \frac{4,5 - \frac{50}{6}}{2 \sqrt{2} \cdot \sqrt{10}} =$$

$$= \frac{\frac{9}{2} - \frac{50}{6}}{2 \sqrt{20}} = \frac{27 - 50}{6 \cdot 2 \sqrt{20}} < 0$$

получаем 6 с.о., двин. с.а.



и на нач. т. образа Δm .
действ. $\Delta m(g - a)$

$$F_{fp} = \frac{4}{5} M \beta \sqrt{3}$$

тут Σ всех сил 0, т.к.

отн. ун. импульс о всегда.

$$M_a - Ma + Mg + N - F_{fp} = 0$$

$$F_{fp} + Ma = Mg \cancel{\sin \alpha}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,45$

$$V = 5 \frac{m}{c}$$

$$a = 8,33 \frac{m}{c^2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

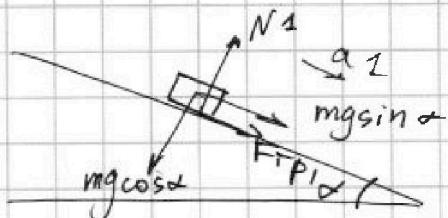
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 5

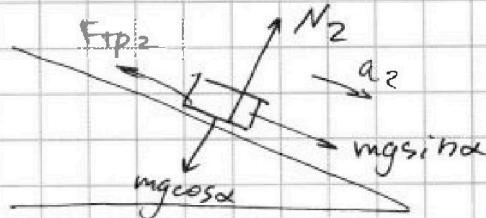
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. 1-й ответ.

№3
 m - масса тарабары



спасала тарабара едет
вверх (1-я сект.)



потом (из 1с.)
тарабара едет вниз.

(б) гр. служат не м-б. $V = 0$)

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$FFr_1 = \mu_0 N_1$$

$$m a_1 = m g \sin \alpha + FFr_1$$

$$\Rightarrow \mu_0 a_1 = \mu_0 g \sin \alpha +$$

$$+ \mu_0 m g \cos \alpha \quad (1)$$

$$N_2 = mg \cos \alpha$$

$$FFr_2 = \mu_0 N_2$$

$$m a_2 = m g \sin \alpha - FFr_2$$

$$\Rightarrow \mu_0 a_2 = \mu_0 g \sin \alpha -$$

$$- \mu_0 m g \cos \alpha \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow a_1 + a_2 = 2g \sin \alpha$$

$$a_1 - a_2 = 2\mu_0 g \cos \alpha$$

$$-a_1 = \frac{9-6}{7-0} = -6 \frac{\mu_0}{c^2} \Rightarrow a_1 = 6 \frac{\mu_0}{c^2}$$

$$a_2 = \frac{6-0}{3-1} = 3 \frac{\mu_0}{c^2} \quad (1. k. a_1 = -\frac{dv}{dt}, a_2 = \frac{dv}{dt})$$

~~$$m = g =$$~~

$$\sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{6+3}{2 \cdot 10} = \frac{9}{20} \cancel{= \frac{45}{100}} = 0,45$$

$$\mu_0 = \frac{a_1 - a_2}{2g \cos \alpha} = \frac{a_1 - a_2}{2g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{6-3}{2 \cdot 10 \cdot \sqrt{1 - 0,45^2}} =$$

$$= \frac{3}{20 \sqrt{1 - 0,2025}} \approx \frac{3}{20 \sqrt{1 - 0,20}} = \frac{3 \cdot 10}{20 \cdot 2 \sqrt{2} \sqrt{10}} =$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 4

$$(V, p_1, T_1, v_r + v_a) \xrightarrow[V=\text{const}]{-Q} (V, p_2, T_1 - \Delta T_{11}, v_r + v_a)$$

V - нач. объём смеси

p₁ - нач. давл. смеси, p₂ - давл. после изотерм. пр.

v_r - кол-во гелия в смеси, v_a - кол-во азота в см.

T₁ - нач. темп. смеси.

1. 1 нач. т/з: $-Q = +A_V + \Delta U_1 \quad (1)$

подв. к 2. тепл. \uparrow изм. внутр. эн. в изотерм. пр.
радуга газа в изотерм. пр. $(\Delta u_{az} = 0)$

$$\cancel{\Delta U_1 = \left(\frac{5}{2} p_2 V + \frac{3}{2} p_2 k_B T_2 \right) - \left(\frac{5}{2} p_1 V + \frac{3}{2} p_1 k_B T_1 \right)}$$

внутр. эн. газа гелия: $\frac{3}{2} v_r R T = \frac{3}{2} p_r V$ ~~его объём~~
 $\frac{(2\sqrt{2}\sqrt{10})^2}{10} = \frac{4 \cdot 100}{100} \quad 0,8$ давл. ул.

~~$\Delta U_1 = \frac{5}{2} (p_2 - p_1) V + \frac{3}{2} (p_2 - p_1) V = 4(p_2 - p_1) V$~~

yp. сост. газа гелий: $\frac{100}{V_{0,8}} p_r V = v_r R T_1 \quad (2)$
 $p_r V = k_r R (T_1 - \Delta T_{11}) \quad (3)$

yp. сост. газа аз.: $\cancel{p_r V = v_a R T_1}$

$$p_2 V = v_a R (T_1 - \Delta T_{11}) \quad (2)$$

$$p_2 V = v_a R \left(T_1 - \frac{1}{2} \Delta T_{11} \right) \quad (3)$$

$$\frac{100}{V_{0,8}} p_2 V = \frac{1}{2} \Delta T_{11} \quad (4)$$

$(1) \Rightarrow -Q = \Delta U_1$

~~$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_1 - \Delta T_{11}}{T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{T_1 - \Delta T_{11}}{T_1} p_1$~~

$$\Rightarrow \Delta U_1 = 4 \left(\frac{T_1 - \Delta T_{11}}{T_1} - 1 \right) p_1 V = 4 \left(1 - \frac{\Delta T_{11}}{T_1} - 1 \right) p_1 V = -4 \frac{\Delta T_{11}}{T_1} p_1 V \Rightarrow Q = 4 \frac{\Delta T_{11}}{T_1} p_1 V$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
3 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$(V, P_1, T_1, V_r + V_a) \xrightarrow[\Delta Q]{P_1 = \text{const}} (V_2, P_{21}, T_1 - |\Delta T_2|, V_r + V_a)$$

1 кв. т/г: $-Q = \underbrace{-A}_{\text{работа газа}} + \Delta U_2$ (4)
изм. темп. в $\frac{\Delta U_2}{\Delta T_2}$ изобр. пр.

$$\begin{aligned} \Delta U_2 &= \left(\frac{5}{2} V_a R (T_1 - |\Delta T_2|) + \frac{3}{2} V_r R (T_1 - |\Delta T_2|) \right) - \\ &- \left(\frac{5}{2} V_a R T_1 + \frac{3}{2} V_r R T_1 \right) = \\ &= -\frac{5}{2} V_a R |\Delta T_2| - \frac{3}{2} V_r R |\Delta T_2| = \\ &= \left(-\frac{5}{2} V_a R - \frac{3}{2} V_r R \right) |\Delta T_2| \quad (3) \end{aligned}$$

$$(2), (3) \Rightarrow \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{|\Delta T_1|}{|\Delta T_2|}$$

$$\begin{aligned} (4) \Rightarrow A &= \Delta U_2 + Q = \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \Delta U_1 + Q = \\ &= -\frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} Q + Q = Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|} \right) = \\ &= 2320 \cdot \left(1 - \frac{40}{58} \right) = 720 \text{ Дж} \end{aligned}$$

$$2. C_p = \frac{-Q}{k T_2} = \frac{Q}{|\Delta T_2|} = \frac{2320}{40} = 58 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$3. \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_r N_A}{V_a N_A} = \frac{V_r}{V_a}, \text{ при } \cancel{a_30T - 2 = \text{недат.}}, \cancel{\text{залил} - \text{не зал.}}$$

$$(2) \Rightarrow -\frac{\Delta U_1}{|\Delta T_1| R} = \frac{5}{2} V_a + \frac{3}{2} V_r \text{ (залил)}$$

залил $\frac{V_r}{V_a} = \frac{3}{2}$

$$\Rightarrow \frac{Q}{|\Delta T_1| R} = \frac{5}{2} V_a + \frac{3}{2} V_r \quad (5)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$c_v = \frac{-Q}{-\Delta T_1} = \frac{-2320}{-58} = 40 \text{ Дж/К}$$

Ур-ие Майера: $c_{\text{уп}} = c_{v_r+R}$

↑
теплоёмк-ти
мол. атак.

$$\Rightarrow c_p = c_{v_r} + (v_r + v_a)R \quad (6)$$

$$(5), (6) \Rightarrow -\frac{c_{v_r}}{\Delta T_1 R} = \frac{Q}{\Delta T_1 R} = \frac{5}{2} v_a + \frac{3}{2} \left(\frac{c_p - c_v}{R} - v_r \right) \Rightarrow$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1 R} - \frac{3}{2} \cdot \frac{c_p - c_v}{R} = v_a$$

$$(5), (6) \Rightarrow \frac{Q}{\Delta T_1 R} = \frac{5}{2} \left(\frac{c_p - c_v}{R} - v_r \right) + \frac{3}{2} v_r \Rightarrow$$

$$\frac{Q}{\Delta T_1 R} - \frac{5}{2} \frac{c_p - c_v}{R} = -v_r$$

$$\begin{aligned} \frac{N_1}{N_2} &= \frac{v_r}{v_a} = \frac{-\frac{Q}{\Delta T_1 R} + \frac{5}{2} \frac{c_p - c_v}{R}}{\frac{Q}{\Delta T_1 R} - \frac{3}{2} \frac{c_p - c_v}{R}} = \\ &= \frac{-\frac{2320}{58} + \frac{5}{2} (58 - 40)}{\frac{2320}{58} - \frac{3}{2} (58 - 40)} = \frac{-40 + \frac{5}{2} \cdot 18}{40 - \frac{3}{2} \cdot 18} = \\ &= \frac{-40 + 45}{40 - 27} = \frac{5}{13} = \frac{5}{13} \end{aligned}$$

Ответ: $A = 720 \text{ Дж}$,

$$c_p = 58 \text{ Дж/К}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{13}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 4

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Rightarrow -Q = \Delta U_1$$

$$\Delta U_1 = \left(\frac{5}{2} V_a R (T_1 - \kappa T_1) + \frac{3}{2} V_r R (T_1 - \Delta T_1) \right) -$$

$$- \left(\frac{5}{2} V_a R T_1 + \frac{3}{2} V_r R T_1 \right) =$$

$$= -\frac{5}{2} V_a R \Delta T_1 - \frac{3}{2} V_r R \Delta T_1 = \left(-\frac{5}{2} V_a R - \frac{3}{2} V_r R \right) / \Delta T_1$$

(2)

Уп. сост.: $P_1 V = (V_r + V_a) R T_1$

$$P_2 V = (V_r + V_a) R (T_1 - \kappa T_1)$$

$$1 - \frac{40}{58} = \frac{58 - 40}{58} = \frac{18}{58} = \frac{9}{29}$$

$$-\frac{58}{4} \frac{1^2}{29}$$

$$\frac{2320 \cdot 9}{29} = 80 \cdot 9 = 720$$

$$-\frac{2320}{232} \frac{1^2}{80}$$

$$\begin{array}{r} 2320 \\ - 2320 \\ \hline 158 \\ \times 40 \\ \hline 632 \\ - 232 \\ \hline 400 \\ \times 18 \\ \hline 720 \\ - 720 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 58 \\ \hline 40 \\ \hline 2320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ \times 29 \\ \hline 80 \\ \hline 2320 \end{array}$$

$$-\frac{2320}{20} \frac{1^2}{58}$$

$$\cancel{\times 58}$$

Уп. сост. для изобр.: $\phi_1 V = (V_r + V_a) R T_1$

$$P_1 V_2 = (V_r + V_a) R (T_1 - \Delta T_1)$$

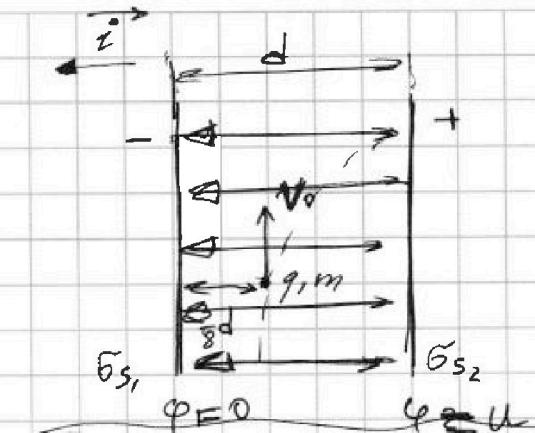


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

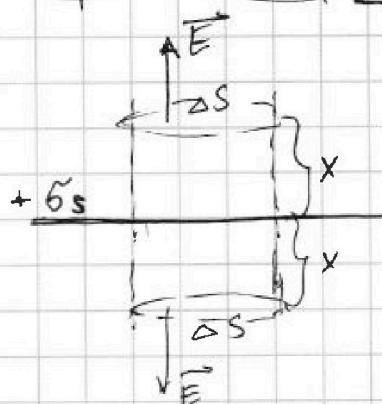
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



№ 5

пусть \vec{E} - напр-ть поля между обкладками
 F - сила, i - на заряд
 $\vec{F} = q\vec{E}$
 $\varphi = \int_{\text{слой}} \vec{E} \cdot d\vec{l} = qE \frac{d}{2} = \Delta U$



Найдём $E(x)$ - напр-ть поля создаваемое однородно равномер. зар. пластиной ($+6s$ д.о.о.) на x от неё.

$$\varphi = \frac{\Delta S \sigma}{\epsilon_0} - T. Гаусса.$$

т.к. симм. относ. пл., то \vec{E} пластина, от неё ($+6s, >0$)

$$\varphi = \lambda E \Delta S.$$

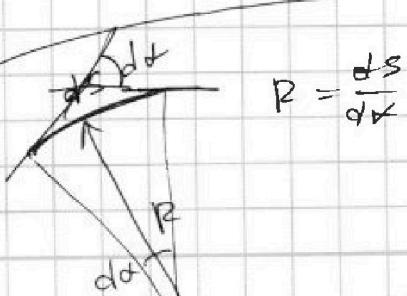
$$\Rightarrow \frac{\Delta S \sigma}{\epsilon_0} = \lambda E \Delta S \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$U_{\max} = \frac{1}{2} \sigma S \left((\tilde{\sigma}_{S,2} - \tilde{\sigma}_{S,1}) \Delta S = U \right)$$

Напр-ть в любой точке между пластинами одинак.

и равна $\left(\frac{\tilde{\sigma}_{S,2}}{2\epsilon_0} - \frac{\tilde{\sigma}_{S,1}}{2\epsilon_0} \right) \vec{i}$

$$r = \frac{q}{m}. F = ma.$$

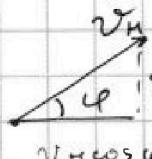


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2


 найдём ℓ - дальность полёта тела,
 дрота. с v_h под φ к гор.
 $v_h \cos \varphi$ (плоскость гориз.)
 γ - бр. полёта

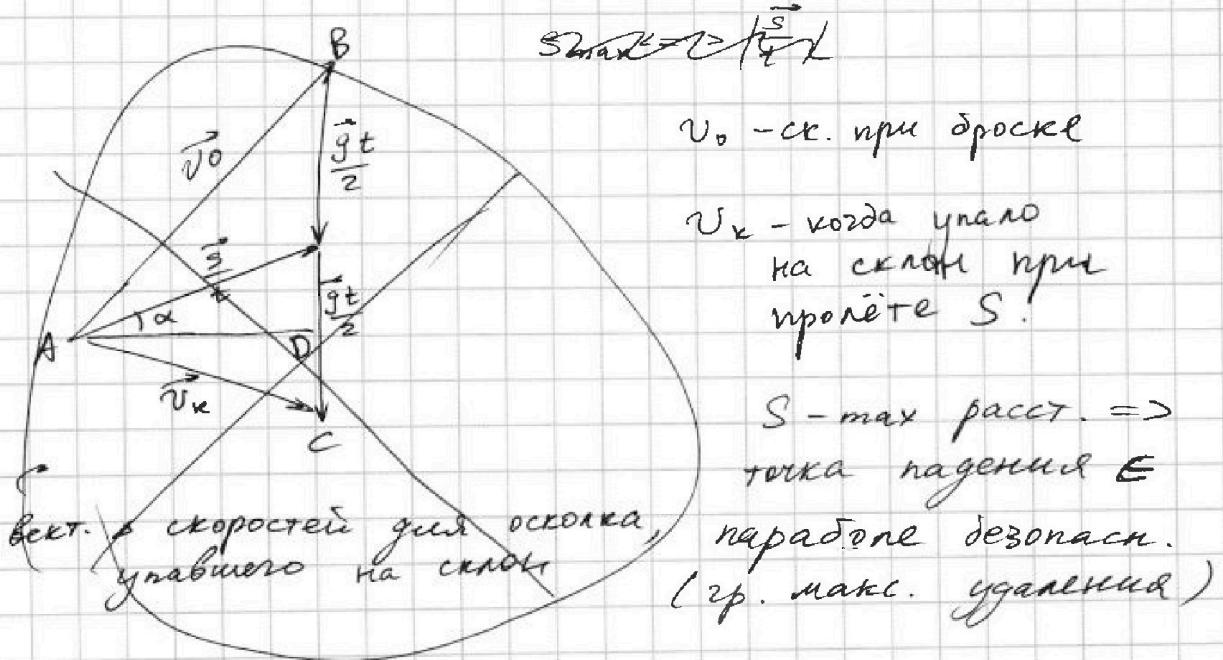
$$\ell = v_h \cos \varphi \tau / - \rightarrow \frac{\ell}{2v_h \sin \varphi} = \frac{v_h \cos \varphi}{2g} \Rightarrow$$

$$\ell = \frac{2v_h^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g} = \frac{v_h^2 \sin 2\varphi}{g}$$

$$\ell_{\max} \text{ при } \alpha = 45^\circ, \ell_{\max} = \frac{v_h^2}{g}$$

$$\Rightarrow \text{для усл. задачи: } \frac{v_0^2}{g} = v_0 \cos 45^\circ T \Rightarrow$$

$$v_0 = g \cos 45^\circ T = 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 5 = 25\sqrt{2} \left(\frac{m}{s} \right)$$



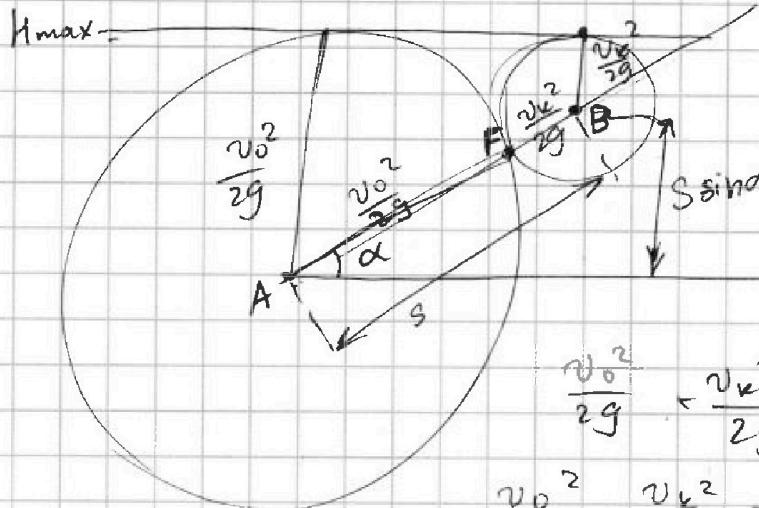
Геометрически это оzn., что окр. рав.

$\frac{v_0^2}{2g}, \frac{v_k^2}{2g}$ с центр. соотв. б. т. брос. и падения
 кас. и кас. уровня пот. энергии (H_{\max})

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



A - т. броска
B - т. падения
F - т. кас. окр.
S sin alpha

$$\frac{v_0^2}{2g} \cdot \frac{v_k^2}{2g} = S \quad (1)$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_k^2}{2g} = S \sin \alpha \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow v_k^2 = 2gS - v_0^2 = 2 \cdot 10 \cdot 100 - (25\sqrt{2})^2 = \\ = 2000 - 625 \cdot 2 = 750 \left(\frac{m}{s}\right)^2$$

$$(2) \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_0^2 - v_k^2}{2gS} = \frac{625 \cdot 2 - 750}{2 \cdot 10 \cdot 100} = \frac{500}{2000} = \\ = \frac{5}{20} = 0,25$$

$$\alpha = \arcsin(0,25)$$

Ответ: $v_0 = 25\sqrt{2} \frac{m}{s}$, $\alpha = \arcsin(0,25)$

$$\begin{array}{r}
 & 1 & 2 \\
 & 25 & 25 \\
 \times & 25 & \\
 \hline
 & 125 & \\
 + & 125 & \\
 \hline
 & 250 & \\
 \times & 625 & \\
 \hline
 & 1250 &
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1250 \\
 - 750 \\
 \hline
 500
 \end{array}$$