# 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 A 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 вылет а из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

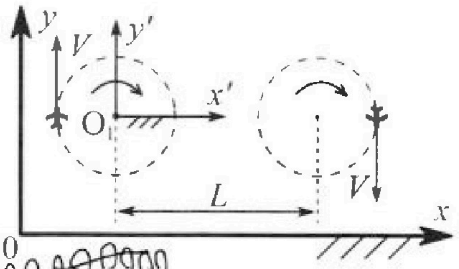
2. С какой по величине скоростью $V$ движется в этот момент частица?

# 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 $V = 100$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса. Радиус окружности, по которой движется каждый самолет, $R$=500 м. Ускорение свободного падения $g$ =10 м/с$^2$.

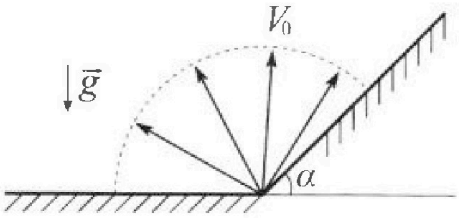



А. Определите отношение $\frac{N}{mg}$, здесь $N$ – сила, с которой летчик действует на пилотское кресло, $mg$ – сила тяжести летчика.

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

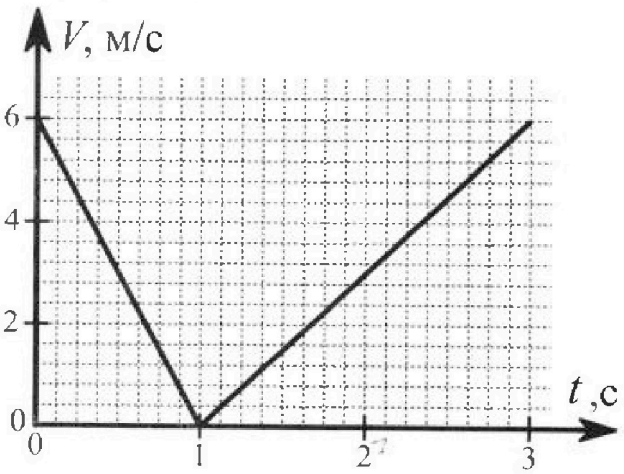
Б. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

**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 с, максимальное перемещение за время полета осколка, упавшего на склон, равно $S$ = 100 м.
Ускорение свободного падения $g$ =10 м/с$^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



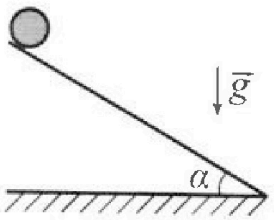

1. Найдите начальную скорость $V_0$ осколков.
2. Найдите угол $\alpha$, который плоская поверхность склона образует с горизонтом.

**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 м/с$^2$.




1. Найдите $\sin\alpha$, здесь $\alpha$ – 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 м?
3. Найдите ускорение $a$, с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента $\mu$ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

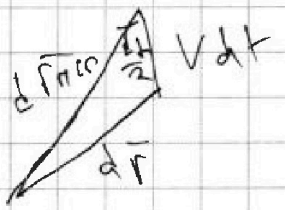
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☒ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |



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-й АВС:




~~$dr = \sqrt{(L+R)^2 (d\varphi)^2 + V^2 (dt)^2 - 2(L+R) d\varphi \cdot V dt}$~~

~~$dr = \sqrt{(L+R)^2 \left(\frac{d\varphi}{2}\right)^2 + V^2 (dt)^2 - 2(L+R) \frac{d\varphi}{2} \cdot V dt}$~~

~~$dr = \sqrt{\left(\frac{L+R}{2}\right)^2 d\varphi^2 + V^2 (dt)^2 - 2\left(\frac{L+R}{2}\right) d\varphi \cdot V dt}$~~

~~$dr = \sqrt{\left(\frac{L+R}{2}\right)^2 d\varphi^2 + V^2 (dt)^2 - (L+R

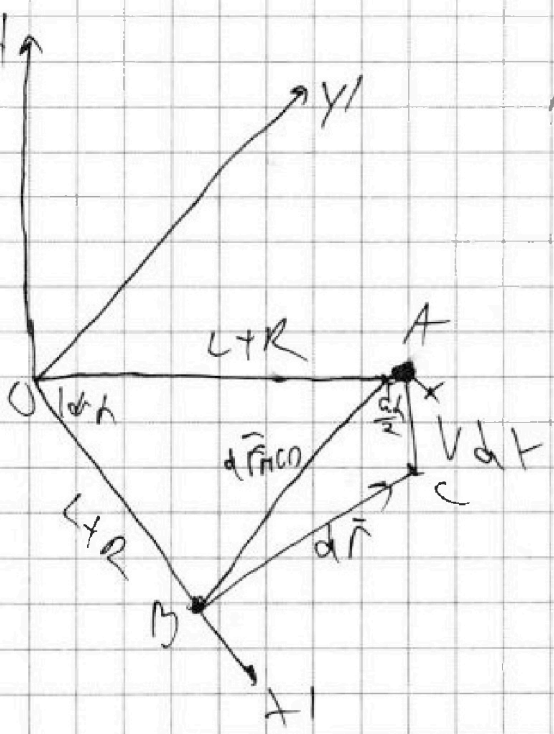
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 2 ИЗ 3

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.




Связь с первым самолетом: $W = \frac{V}{R}$

Траектория вращающегося СО и наблюдателя перемещения самолета в ней за малый промежуток $dt$.

1.) B – точка с координатами такими же, как

1.) A – начальное положение самолета

1.) C – конечное положение самолета

$\Rightarrow d\bar{r}_{ПСО} = AB = (L+R)\,d\Delta$

(т.к. $d\Delta \to 0 \Rightarrow d\Delta \sim \sin d\Delta$)

$d\bar{r}_{ПСО} = (L+R)\sin\frac{d\Delta}{2}$

$d r_{ПСО} = (L+R)\,d\Delta$

$d\Delta = W \cdot dt$

$d\Delta = \frac{V}{R}\,dt$

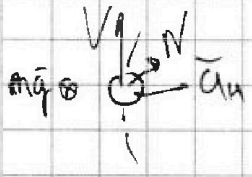
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☒ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |



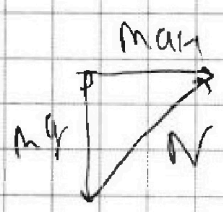
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

1)




$$a_н = \frac{V^2}{R}$$

2-й в векторном виде:




$$N = \sqrt{m^2g^2 + m^2 a_н^2}$$

$$N = m\sqrt{g^2 + \frac{V^4}{R^2}}$$

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \frac{V^4}{g^2R^2}}$$

~~$\frac{N}{mg} = \sqrt{101}$~~

$$\frac{N}{mg} = \sqrt{1 + \frac{10^6}{10^2 \cdot 5^2 \cdot 10^4}}$$

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

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.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |



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!

$\sin\alpha = \frac{25^2 \cdot 2}{10010} - 1$ $\quad \sin\alpha = \frac{1}{4}$

$\alpha = \arcsin\frac{1}{4}$

Ответ: $V_0 = 25\sqrt{2}$ м/с

$\alpha = \arcsin\frac{1}{4}$

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |



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!

$\cos 2\beta = \sin^2\alpha - \cos^2\beta = 1$

$\cos^2\beta = \frac{\sin^2\alpha + 1}{2}$

$x = S = V_0\sqrt{\frac{\sin^2\alpha + 1}{2}}$

$x = \frac{V_0^2}{g\cos\alpha}(\sin 2\beta - 2\sin^2\beta \operatorname{tg}\alpha)$

$\sin^2\beta = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2\beta$

$x = \frac{V_0^2}{g\cos\alpha}(\cos\alpha - (1 - \sin\alpha)\operatorname{tg}\alpha)$

$x = \frac{V_0^2}{g}\left(1 - \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha}\cdot\frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha}\right)$

$x = \frac{V_0^2}{g}\left(1 - \frac{\sin\alpha}{\cos^2\alpha} + \frac{1}{\cos^2\alpha} - 1\right)$

$x = \frac{V_0^2}{g}\cdot\frac{1-\sin\alpha}{\cos^2\alpha}$

$\frac{x\cdot g}{V_0^2}\cos^2\alpha = 1 - \sqrt{1-\cos^2\alpha}$

$\frac{x\cdot g}{V_0^2} = 1 - \sqrt{1-\cos^2\alpha}$

$\frac{x\cdot g}{V_0^2} = 1 - \sqrt{1 - \frac{x\cdot g}{V_0^2}}$

$\frac{x\cdot g}{V_0^2} = \frac{100\cdot 10}{2\cdot 9^2\cdot V_2}$

$1 - t = 1 + \left(\frac{x\cdot g}{V_0^2}\right)^2 t^2 - \frac{2xg}{V_0^2}t$

$x = \frac{V_0^2}{g}\cdot\frac{1-\sin\alpha}{1-\sin^2\alpha}$

$\frac{xg}{V_0^2} = \frac{1}{1+\sin\alpha}$

$\sin\alpha = \frac{V_0^2}{xg} - 1$

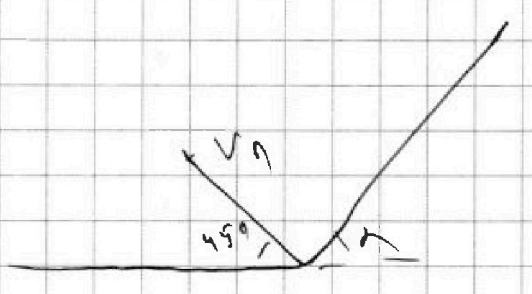
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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!

1)

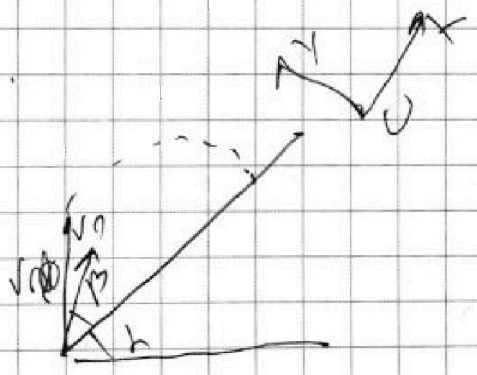



Найдем $V_0$ через $T$

Максимальная длина полета достигается при угле 45° $\Rightarrow \alpha = 45°$

$$T = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g} \qquad V_0 = \frac{T \cdot g}{2\sin\alpha} \qquad V_0 = 25\sqrt{2}\ м/с$$

2)




Перейдем в систему координат снизу:

$$Ox: \quad x = V_0 \cos\alpha \cdot t - \frac{g \sin\alpha \cdot t^2}{2}$$

$$y = V_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{g \cos\alpha \cdot t^2}{2}$$

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.

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!

При приземлении

$y = 0$

$T = \frac{2 V_0 \sin\beta}{g \cos\alpha}$

$x = \frac{2 V_0^2}{g \cos\alpha} \sin\beta \cos\beta - \frac{\sin\alpha \sin^2\beta \, 2V_0^2}{g \cos^2\alpha}$

$x = \frac{V_0^2}{g \cos\alpha} (\sin 2\beta - 2\sin^2\beta \tan\alpha)$

Максимум или дальше

$\frac{dx}{d\beta} = \frac{V_0^2}{g \cos\alpha} (2\cos 2\beta - 4 \sin\beta \cos\beta \tan\alpha) = 0$

$1 = \tan\beta \tan\alpha \quad \tan 2\beta = \frac{1}{\tan\alpha}$

$2\beta = 90^\circ - \alpha \quad \sin 2\beta = \cos\alpha \quad 2\cos^2\beta - 1$

$\cos 2\beta = \sin\alpha \quad 2\sin\beta \cos\beta = \cos\alpha \quad \cos\beta = \sin\alpha + 1$

$x = V_0 \cos\beta \cdot T = g \sin\alpha$

$x = \frac{V_0^2}{g \cos\alpha} (\sin 2\beta - 2\sin^2\beta \tan\alpha)$

$\sin^2\beta = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2\beta = \frac{1}{2}(1 - \sin\alpha)$

$x = \frac{V_0^2}{g \cos\alpha} (\cos\alpha - \sin\alpha + \sin\alpha \tan\alpha)$

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |



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!

Ответ: $\sin\alpha = \frac{2}{5}$ $v = \frac{\sqrt{19}}{2}$ м/с

$a = 1{,}25$ м/с$^2$

$\mu \geq \frac{11}{8\sqrt{21}}$

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 7

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!

вместо $\Rightarrow$ $a_2 = -$ ускорение поднятия

$a_2 = -2\mu(C^2$ Подставим в $\sin\alpha$:

$\sin\alpha = \frac{2}{5}$

II. Найдем момент инерции бочки:

$J_1 = MR^2$ - момент инерции стенок

$J_2 = \int dm\, r^2$

момент инерции воды

a - длина цилиндра

$dm = 2\pi r \rho a l dl$

$J_2 = \int_0^R 2\pi r a \rho l^3 dl = \frac{1}{2}\pi a \rho R^4$

$V = \pi R^2 \cdot a \mid m = \pi R^2 \cdot a \cdot \rho$

$\frac{J_2}{m} = \frac{1}{2}R^2 \quad J_2 = 2mR^2$

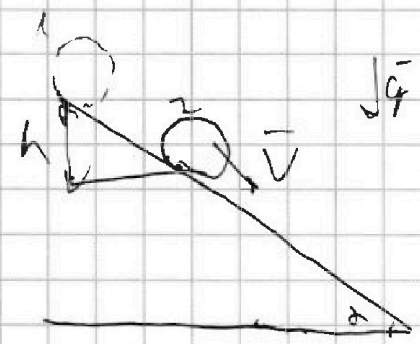
$J = J_1 + J_2 \quad J = 3mR^2$

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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐



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!




ЗСЭ: $|2| \to |1|$

$\frac{Iw^2}{2} + \frac{5mv^2}{2} = mgh$

$\frac{3m(Rw)^2}{2} + \frac{5mv^2}{2} = mgh$

$v = wR$

(3) $4mv^2 = mgh$ $\quad v = \frac{\sqrt{gh}}{2}$

$v = \frac{\sqrt{15}}{2}$ м/с

Для нахождения а используем формулу (3)

$4mv^2 = mgh$

Продифференцируем её по времени

$8v\,dv/dt = mg\,dh/dt$

$a = \frac{g}{3}$ $\quad a = 1{,}25$ м/с$^2$

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.

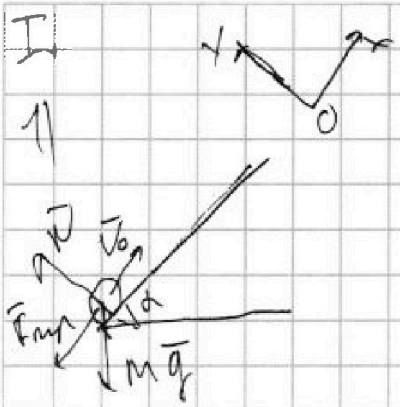
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 1 ИЗ 5

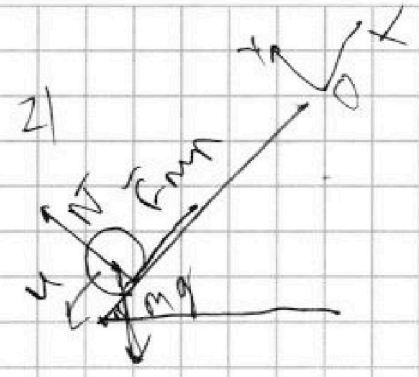
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

I

1)



2)



Запишем вторые законы в проекциях др на оси OX и OY для случая подъема и скатывания:

1) OY: $mg\cos\alpha = N$

OX: $ma_1 = -mg\sin\alpha - \mu N$

$a_1 = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

2) OY: $mg\cos\alpha = N$

$ma_2 = -mg\sin\alpha + \mu N$

$a_2 = -g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$a_1 + a_2 = -2g\sin\alpha$

$\sin\alpha = \frac{a_1 + a_2}{-2g}$

$a_1$ и $a_2$ найдем из графика.

Угловой коэф наклона первого участка:

$a_1 = -6\ м/с^2$

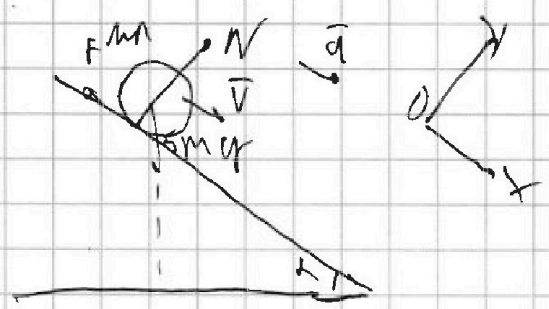
На втором участке скорость растет => шар скатыв

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 ☐



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 з-н для бочки:

$OY: N = mg\cos\alpha$

$OX: ma = mg\sin\alpha - F_{тр}$

$F_{тр} = mg\sin\alpha - ma$

$F_{тр} = mg(\sin\alpha - \frac{1}{8})$

Бочка не проскальзывает, пока $F_{тр}$ < силы трения скольжения:

$F_{тр} < \mu N = mg\mu\cos\alpha$

Крайний случай:

$mg|\sin\alpha - \frac{1}{8}| = mg\mu\cos\alpha$

$\mu = \frac{\sin\alpha - \frac{1}{8}}{\cos\alpha}$ $\mu = \frac{8\sin\alpha - 1}{8\cos\alpha}$

$\sin\alpha = \frac{2}{5}$ $\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha}$ $\cos\alpha = \frac{\sqrt{21}}{5}$

$\mu = \frac{\frac{16}{5} - 1}{8 \cdot \frac{\sqrt{21}}{5}}$ $\boxed{\mu = \frac{11}{8\sqrt{21}}}$ $\Rightarrow$ при $\mu > \frac{11}{8\sqrt{21}}$ бочка катится

без проскальзывания

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 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!

Запишем I НТД:

$Q = \Delta U + A$

1) $A = 0$ процесс изохорный

~~$\Delta U = \Delta T_2$~~

$Q = \Delta U = c_v \cdot |\Delta T_1|$ $\quad c_v = \frac{Q}{|\Delta T_1|}$ $\quad c_v = 40 \frac{Дж}{К}$

2) процесс изобарный

$A = Q - \Delta U_2$

$A = Q - c_v |\Delta T_2|$

~~$A = c_v (|\Delta T_1| - |\Delta T_2|)$~~

$A = Q \left(1 - \frac{|\Delta T_2|}{|\Delta T_1|}\right)$

$A = 2320 \left(1 - \frac{40}{53}\right) Дж$ $\quad A = \frac{9 \cdot 2320}{53} Дж$

$\boxed{A = 720 Дж}$

3) $c_p = \frac{Q}{|\Delta T_2|}$ $\quad c_p = 53 \frac{Дж}{К}$

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 ☐



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)

$$C_V = \frac{3}{2} \cdot \nu_{He} R + \frac{5}{2} \nu_{N_2} R$$

$$C_p = \frac{5}{2} \nu_{He} R + \frac{7}{2} \nu_{N_2} R$$

$$\frac{C_V}{C_p} = \frac{3\nu_{He} + 5\nu_{N_2}}{5\nu_{He} + 7\nu_{N_2}}$$

$$\frac{C_V}{C_p} = \frac{3\left(\frac{\nu_{He}}{\nu_{N_2}}\right) + 5}{5\left(\frac{\nu_{He}}{\nu_{N_2}}\right) + 7}$$

$$x = \frac{\nu_{He}}{\nu_{N_2}} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$3x + 5 = (5x + 7)\frac{C_V}{C_p}$$

$$x\left(3 - 5 \cdot \frac{C_V}{C_p}\right) = 7 \cdot \frac{C_V}{C_p} - 5$$

$$x = \frac{7 \cdot \frac{C_V}{C_p} - 5}{3 - 5 \cdot \frac{C_V}{C_p}}$$

$$x = \frac{7 \cdot \frac{20}{29} - 5}{3 - 5 \cdot \frac{20}{29}} \qquad x = \frac{140 - 5 \cdot 29}{3 \cdot 29 - 100} \qquad x = \frac{5}{13}$$

Ответ: 1. $A = 720$ Дж
2. $C_p = 58$ Дж/К
3. $\frac{N_1}{N_2} = \frac{5}{13}$

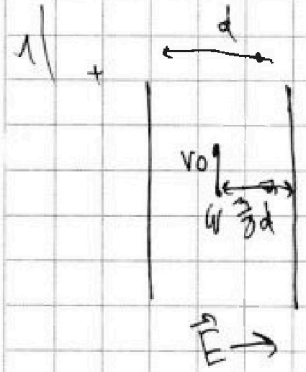
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☒ | ☐ | ☐ |

СТРАНИЦА 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!

1)




$F = Eq$ $\quad E = \frac{U}{d}$

2 з.н.: $ma_н = Eq$

$a_н = E \cdot \frac{q}{m} = EY = \frac{v_0^2}{R}$

$Y = \frac{v_0^2}{RE}$ $\quad \boxed{Y = \frac{v_0^2 d}{UR}}$

2)

$\Delta U = E\left|\frac{1}{2}d - \frac{2}{3}d\right| = Ed \cdot \frac{1}{6}$

3 (Т):

$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = qEd \cdot \frac{1}{6}$

$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{qEd}{3m}}$ $\quad v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{v_0^2 \cdot U \cdot d}{UR \cdot 3}}$

$\boxed{v_1 = v_0\sqrt{1 - \frac{q}{3R}}}$

Ответ: $Y = \frac{v_0^2}{UR} d$

$v_1 = v_0\sqrt{1 - \frac{d}{UR}}$

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 __ ИЗ __

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!

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 __ ИЗ __

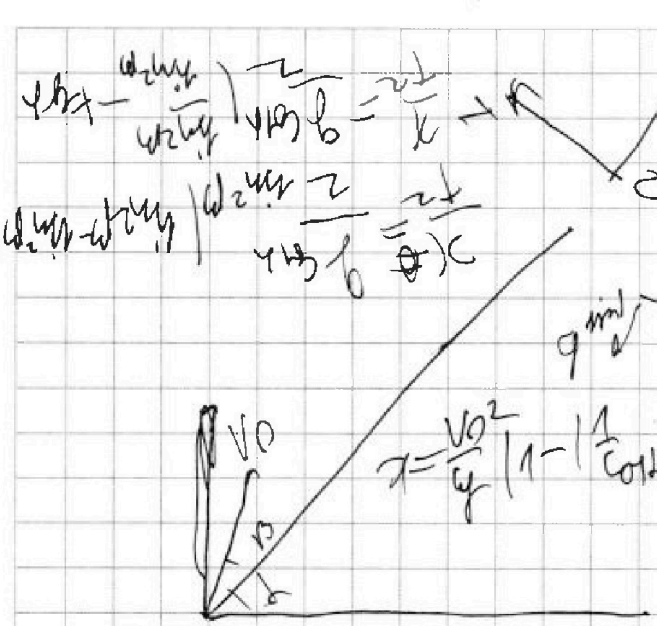
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

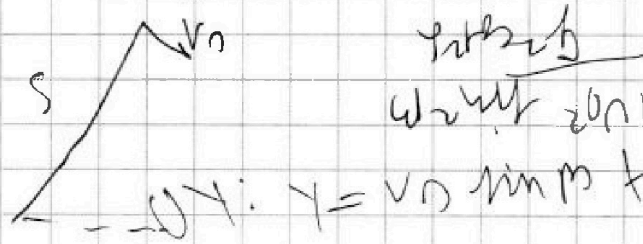
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА __ ИЗ __

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!



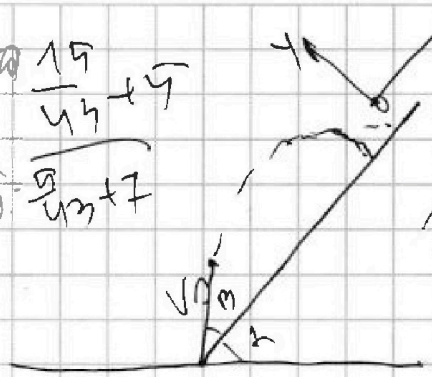



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА 1 ИЗ __

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!




Запишем уравнение движения в проекциях на оси OX и OY:

$$Ox: \quad x = V_0 \cos\beta \cdot t - \frac{g \sin\alpha \cdot t^2}{2}$$

$$Oy: \quad y = V_0 \sin\beta \cdot t - \frac{g \cos\alpha \cdot t^2}{2}$$

При приземлении $y = 0$

$$T = \frac{2V_0 \sin\beta}{g\cos\alpha}$$

$$x = \frac{2V_0^2 \sin\beta\cos\beta}{g\cos\alpha} = \frac{\sin\alpha \sin^2\beta \cdot 2V_0^2}{g\cos^2\alpha}$$

$$y = \frac{V_0^2}{g\cos\alpha}\left|\sin 2\beta - 2\sin^2\beta \operatorname{tg}\alpha\right|$$

Рассмотрим максимальную дальность:

$$\frac{dx}{d\beta} = \frac{2V_0^2}{g\cos\alpha}\left|2\cos 2\beta - 2\sin\beta\cos\beta \operatorname{tg}\alpha\right| = 0$$

$$1 = \operatorname{tg} 2\beta \operatorname{tg}\alpha \quad \operatorname{tg} 2\beta = \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$$

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 __

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!

$2\beta = 90^\circ - \alpha$ $\quad \beta = 45^\circ - \frac{\alpha}{2}$ $\quad \sin 2\beta = \cos\alpha$

$\cos 2\beta = \sin\alpha$

$T^2 = \frac{4V_0^2 \sin^2\beta}{g^2 \cos^2\alpha}$ $\quad x = \frac{2V_0^2 \sin\beta\cos\beta}{g\cos\alpha}$ $\quad (\sin 2\beta = 2\sin^2\beta \operatorname{tg}\beta)$

$3 \cdot 29 = 9\beta$

$2320 \cdot \frac{17}{29}$

$\frac{x}{T^2} = \frac{g\cos\alpha}{2\sin^2\beta}$ $\quad (\sin 2\beta = 2\sin^2\beta \operatorname{tg}\beta)$

$1750 \mid 35$

60

$2320 \mid 29$

$30 \cdot 9$

$1750 м$

$\frac{x}{T^2} = \frac{g\cos\alpha}{2} \mid \frac{\sin 2\beta}{\sin^2\beta} = 2\operatorname{tg}\beta \mid v = \frac{V}{R} = \frac{1}{5}$

$\sin 2\beta = \cos\alpha$

$\sin^2\beta = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2\beta = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\sin\alpha$

$1750 \mid 5$

$\frac{x}{T^2} = \frac{g\cos\alpha}{2} \mid \frac{2\cos\alpha}{1-\sin\alpha} = \frac{2\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{g}{2} \mid \frac{1-\sin^2\alpha}{(1+\sin\alpha)} = \frac{\sin\alpha}{2} \mid$

$\frac{x}{T^2} = g \mid 1 + \sin\alpha - \frac{\sin^2\alpha}{2} \mid = g \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{\sin\alpha}{2}\right)$

$116 \mid 4$

$29$

$\frac{2x}{gT^2} = 1 + \sin\alpha$

$\sin\alpha = \frac{2x}{gT^2} - 1$ $\quad x = 5$ $\quad \sin\alpha = \frac{25}{gT^2} - 1$

$\frac{15+65}{25+91} = \frac{80}{116} = \frac{20}{}$

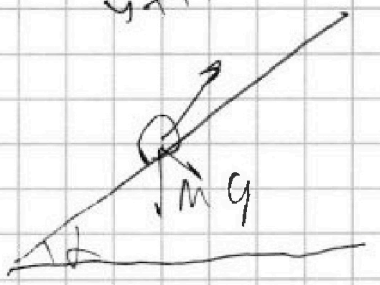
$\sin\alpha =$

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 __ ИЗ __

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!




$a_1 = -6\ м/с$

$a_2 = 2\ м/с$

$a_1 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$

$a_2 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$

$a_2 - a_1 = 2g\sin\alpha$

$\sin\alpha = \frac{a_2 - a_1}{2g}$

$a_1 = g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha$

$a_2 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$

$\frac{a_2 + a_1}{2g} = \sin\alpha$

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 __ ИЗ __

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!

$dm = 2\pi l \cdot a \cdot dl \cdot \rho$

$dJ = 2\pi l^3 \cdot a\, dl$

$J = \frac{2}{5} l^4 \pi$

$mR^2 + \int m l \cdot dl \cdot \pi l^2$ $\quad J = \frac{1}{2} J R^4 \rho$

$\frac{3}{2} m$

$\int m l \cdot 2\pi l \cdot a \cdot dl$ $\quad 3 \cdot \frac{2}{5} - 1$

$\frac{\sqrt{15}}{2} m/c$ $\quad \frac{10}{7} = \frac{5}{4}$

$\frac{16-4}{5}$

$dm = 2\pi l \cdot a \cdot \rho\, dl$

$dJ = 2\pi l^3 \cdot a \cdot \rho\, dl$

$J = \frac{1}{2} \pi R^4 \cdot a \cdot \rho$

$\frac{mv^2}{2} + \frac{Jw^2}{2} =$

$J = \frac{2}{5} mR^2$

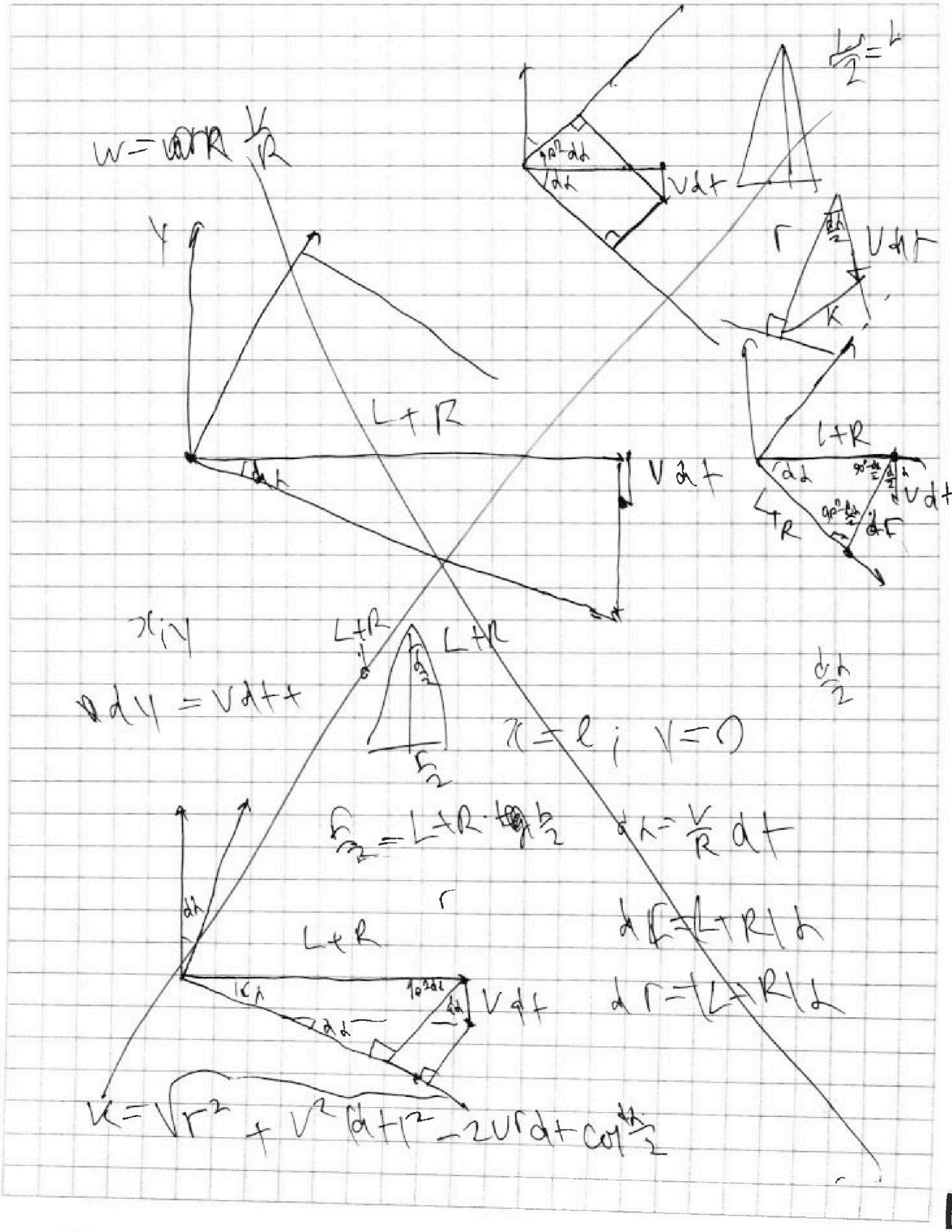
$J = \frac{1}{2} mR^2$

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.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

**СТРАНИЦА __ ИЗ __**

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!



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 __ ИЗ __

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!

100

25·10

$\operatorname{tg}2\beta = \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$

$\sin^2\beta = 1-\cos^2\beta$

$\cos 2\beta = 2\cos^2\beta - 1$

$2\beta = 90^\circ - \alpha$

$\cos^2\beta = \frac{\cos 2\beta + 1}{2}$

$H = \frac{2V_0^2\sin^2\alpha}{g} = \frac{v_{0x}^2}{g}$

$\sin^2\beta = 1 - \frac{\cos 2\beta + 1}{2}$

$x = \frac{4V_0^2\sin^2\beta}{g\cos\alpha}$

$\sin^2\beta = \frac{1}{2} - \frac{\cos 2\beta}{2}$

$L = l = \frac{2V_0^2\sin\alpha\cos\alpha}{g}$

$\cos^2\alpha = \frac{1}{\operatorname{tg}^2\alpha}$ $\cos^2\alpha = \operatorname{tg}^2\alpha$

$L = \frac{2V_0^2\sin\alpha\cos\alpha}{g}$

$\sin 2\beta \cdot \cos 2\beta = 2(\sin^2\beta\cos^2\beta - \sin^2\beta)$

$\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$ $t = \frac{2\sin\alpha\cos\alpha}{V_0\sin^2\alpha}$ $L = \cos\alpha$ $\operatorname{tg}^2\alpha = \frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{1}{\cos^2\alpha} - 1$

$x = \frac{2V_0^2}{g\cos\alpha}$ $\alpha = 90^\circ - \beta$

$\sin^2\beta = \frac{1}{2}(1-\cos 2\beta)$ $\cos^2\alpha =$

$\beta = 30$ $\frac{100}{250}$

$\frac{x}{L} = \frac{V_0\cdot}{\sin 2\beta - \sin\beta\cos\alpha}$

$\frac{1}{4} = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4}$

$\frac{1}{2}$ $\frac{3}{2}$

$\beta = 60$

$\frac{2}{4} = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{2}\right)$

$\frac{L}{t^2} = \frac{\cos\alpha\, g}{\sin\alpha 2}$

$\sin 2\beta = \cos\alpha$

$\frac{2\cos^2\alpha}{1-\sin\alpha} - \sin\alpha$

$\sin^2\beta = \frac{1}{2} - \cos\alpha\frac{\sin\alpha}{2}$

$\frac{L}{t^2} = \frac{g\operatorname{ctg}\beta}{2}$

$\alpha = 0$