



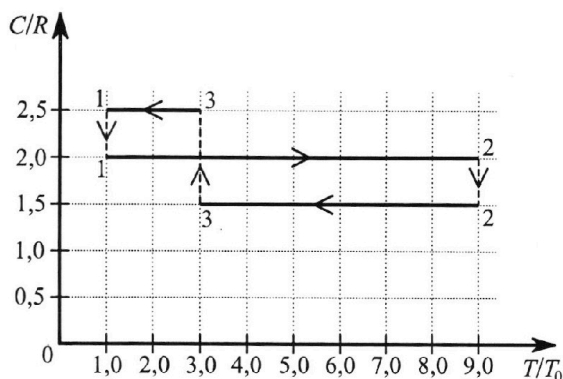
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

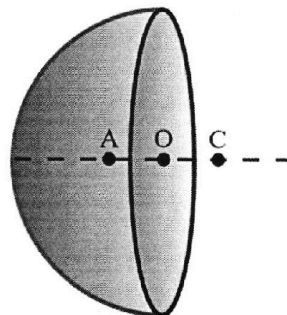


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400 \text{ кг}$ за $N = 20$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{K)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . Частица движется по прямой АС и на большем по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



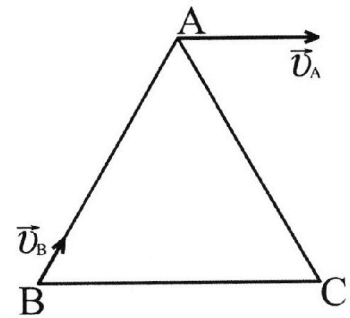
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t=0$ оказалось, что скорость $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC . Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A .

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой $m = 120$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C .

3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

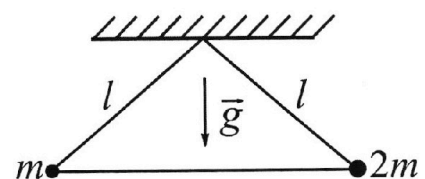
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние $L_{\max}$ между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 90$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.

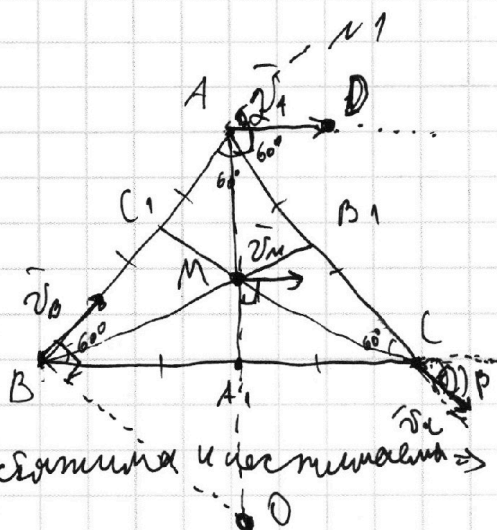


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



Дано:

$$AB = BC = AC = a = 94 \text{ м}$$

$$v_B = 94 \text{ м/с}$$

$$v_A \parallel BC$$

$$m = 120 \text{ м}$$

$$v_A = ?$$

$$v_B = ?$$

$$R = ?$$

1) AB - перемещение и делится на 2

$$v_B = v_A \cos 60^\circ; \text{ Равнобе: } \angle BAC = \angle ACB = \angle ABC = 60^\circ, \text{ т.к. } \triangle ABC \text{ - равносторонний;}$$

$$v_A \parallel BC \Rightarrow \angle DAC = \angle ACB = 60^\circ;$$

$$\angle \alpha + \angle DAC + \angle BAC = 180^\circ \Rightarrow \angle \alpha = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ \Rightarrow$$

$$v_A = \frac{v_B}{\cos 60^\circ} = \frac{v_B}{0.5} = \frac{94}{0.5} = 188 \text{ м/с}$$

2) $\triangle ABC$ - рав. Пусть M - центр масс треугольника

ABC , M лежит на пересечении его медиан AA_1, BB_1, CC_1 ;

$\triangle ABC$ - равносторонний $\Rightarrow AA_1, BB_1$ и CC_1 - также высоты и биссектрисы. Проведем перпендикуляры из точек

A и B , на их пересечении будет находиться искомый

центр вращений; $\angle ABO$ - прямой. $\Rightarrow AO \cdot \cos \angle BAO = AB$;

$$\cos \angle BAO \cdot \angle BAO = \frac{AB}{2} \text{ т.к. } AA_1 - \text{биссектриса} \Rightarrow$$

$$\angle BAO = 30^\circ \Rightarrow AO = \frac{AB}{\cos 30^\circ} = 94 \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{188}{\sqrt{3}}$$



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!

№ 1, 2. 2

$AO = \frac{0,8}{\sqrt{3}}$; O - мгновен. центр вращ.; Плоскость $\vec{v}_M$ - скорость центра масс ΔABC ; $\vec{v}_M \perp OM \Rightarrow \parallel AO \parallel \vec{v}_A$; $\Rightarrow$

$$\frac{v_A}{v_M} = \frac{AO}{OM}; OM = AO - AM; AM = \frac{2}{3} AA_1;$$

$$AA_1 = AB \sin 30^\circ \Rightarrow AM = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,4 = \frac{0,4}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$$OM = \frac{0,8}{\sqrt{3}} - \frac{0,4}{\sqrt{3}} = \frac{0,4}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_M} = \frac{0,8}{\frac{0,4}{\sqrt{3}}} = 2 \Rightarrow v_M = \frac{v_A}{2} = 0,4 \text{ м/с}$$

3) Плоскость скорости точки C - v_C ; $\alpha \angle v_C; BC = \beta \Rightarrow$

$$v_B \cdot \cos 60^\circ = v_C \cdot \cos \beta$$

$$v_A \cdot \cos 60^\circ = v_C \cdot \cos (60^\circ - \beta)$$

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\cos (60^\circ - \beta)}{\cos \beta} = \frac{\cos 60^\circ \cos \beta + \sin 60^\circ \sin \beta}{\cos \beta}$$

$$2 = \cos 60^\circ + \sin 60^\circ \cdot \tan \beta; \tan \beta = \frac{2 - 0,5}{\sqrt{3}} \cdot 2 =$$

$$= \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \Rightarrow \angle \beta = 60^\circ \Rightarrow v_C \parallel v_B \text{ лежит на прямой } AC; v_C = v_B = 0,4 \text{ м/с};$$

4) При движении в треугольнике будут возникать силы инерции и создавать центростремительное ускорение, тем самым. Треугольник будет вращаться вокруг центра масс, найдем его скорость вращения



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
3 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!

„Скорость“ в (0) центра масс, тогда:

$$v_{A,M} = v_A - v_M = 0,4 \text{ м/с}; \quad v_{B,M} = \sqrt{v_B^2 \sin^2 60^\circ + (v_B \cos 60^\circ - v_M)^2}$$

$$v_{B,M} = \sqrt{v_B^2 \sin^2 60^\circ + (v_B \cos 60^\circ - v_M)^2} = v_{B,M} = \sqrt{0,12 + (0,2 - 0,4)^2} =$$

$$= \sqrt{0,12 + 0,04} = \sqrt{0,16} = 0,4 \text{ м/с} \Rightarrow \text{Вращение} = 0,4 \text{ м/с}; \text{ Тогда}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v_{\text{вращ.}}}; \text{ где } R = AM = \frac{2}{3} AB \cdot \sin 60^\circ = \frac{0,4\sqrt{3}}{3} \Rightarrow$$

$$T = \frac{2\pi \cdot \frac{0,4\sqrt{3}}{3}}{0,4} = \frac{2\pi\sqrt{3}}{3} = \frac{2}{\sqrt{3}}\pi = \frac{2 \cdot 3,14}{\sqrt{3}} = \frac{6,28}{\sqrt{3}} \text{ с.}$$

5) Если шнур скользит на точку C, то будет иметь

$$\text{ускорение } a_{\text{ц.с.}} = \frac{v_C^2}{r} \Rightarrow R = m a_{\text{ц.с.}} = \frac{m v_C^2}{r} =$$

$$= \frac{m \cdot v_C^2 \cdot 3}{2 AB \sin 60^\circ} = 120 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \frac{(0,4 \text{ м/с})^2 \cdot 3}{2 \cdot 0,4 \text{ м} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{3}{\sqrt{3}} \cdot 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,4 =$$

$$= 1,2^2 \cdot \frac{10^{-4}}{\sqrt{3}} \text{ Н} = \frac{1,44}{\sqrt{3}} \cdot 10^{-4} \text{ Н}$$

Ответ: $v_A = 0,8 \text{ м/с}$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{6,28}{\sqrt{3}} \text{ с.}$$

$$R = \frac{1,44}{\sqrt{3}} \cdot 10^{-4} \text{ Н}$$

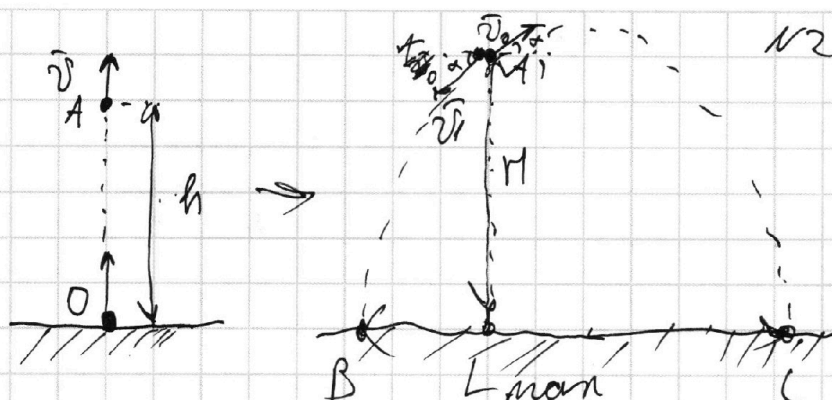


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Решо!
 $h = 14,2 \text{ м}$
 $v = 6 \text{ м/с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $v_0 = 20 \text{ м/с}$
 $H = ?$
 $L_{\text{max}} = ?$

1) Сначала фейерверк разрываясь на максимальной высоте; сопротивлением воздуха пренебрегаем $\Rightarrow$ применим ЗС:

Пусть масса Фейерверка $= M \Rightarrow$

$$Mgh + \frac{Mv^2}{2} = MgH; H = h + \frac{v^2}{2g} = 14,2 \text{ м} + \frac{36 \text{ м}^2/\text{с}^2}{20 \text{ м/с}^2} = 14,2 \text{ м} + 1,8 \text{ м} = 16 \text{ м}$$

2) После разрыва: осколки одной массы $\Rightarrow$ по

$$\text{ЗС: } 0 = m\vec{v}_0 + m\vec{v}_1 \quad \left\{ \begin{array}{l} m - \text{масса осколка; } v_1 - \text{скорость} \\ \text{второго осколка} \end{array} \right.$$
$$m\vec{v}_0 = -m\vec{v}_1 \Rightarrow \vec{v}_0 = -\vec{v}_1 \Rightarrow v_1 = v_0; \vec{v}_1 \perp \vec{v}_0 \Rightarrow$$

полёт двух осколков можно представить как полёт одного осколка, имеющего скорость v_0 в точке H, который стартует из точки B и летит в точку C



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**.

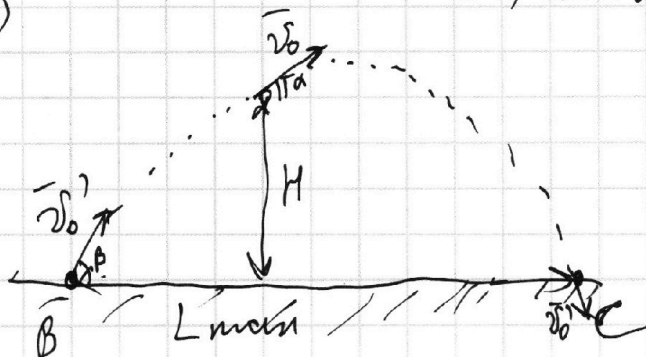
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 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!

3)

v^2 , $\cos^2 \beta$



Пусть v_0' —
конечная
скорость
этого скачка

Дальность полёта при баллистическом движении будет максимальной, если скачок будет совершён

под углом $\beta = 45^\circ$ к горизонту, (при условии, что

Точки старта и падения — на одной высоте), т.к. $\sin 2\beta$ —
— $\max = 1$;

$$\text{По 3(3): } \frac{mv_0'^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh \Rightarrow v_0' = \sqrt{v_0^2 + 2gh} =$$

$$= \sqrt{400 + 32} = \sqrt{432} \text{ м/с};$$

$$= 2^2 \cdot 3 \sqrt{3} = 12\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r|l} 432 & 2 = 2^4 \cdot 3^3 \\ 216 & 2 \\ 108 & 2 \\ 54 & 2 \\ 27 & 3 \\ 9 & 3 \\ 3 & 3 \\ 1 & \end{array}$$

$$L_{\max} = v_0' \cos \beta \cdot t; t = \frac{2v_0' \sin \beta}{g} \Rightarrow$$

t — время полёта

$$L_{\max} = \frac{2v_0'^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{v_0'^2 \sin 2\beta}{g}; \sin 2\beta - \max \text{ при } \beta = 45^\circ \Rightarrow$$

$$L_{\max} = \frac{v_0'^2 \sin 90^\circ}{g} = \frac{(12\sqrt{3})^2}{10} = \frac{144 \cdot 3}{10} = 43,2 \text{ м}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } H = 16 \text{ м}; L_{\max} = 43,2 \text{ м}}$$



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
☐

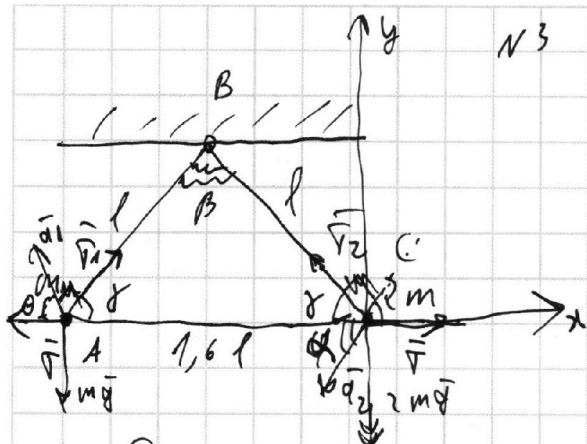
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



Дано:
 $m = 20 \text{ г}$

$\sin \alpha = ?$
 $\alpha_2 = ?$
 $\gamma = ?$

1) По γ . Косинусов:

$$l^2 = l^2 + (1,6l)^2 - 2l \cdot 1,6l \cdot \cos \gamma$$

$$1 = 1 + 2,56 - 3,2 \cos \gamma$$

$$\frac{-2,56}{-3,2} = \cos \gamma \Rightarrow \cos \gamma = 0,8 \Rightarrow \sin \gamma = 0,6$$

2) Ускорение точки B = 0; или не рассматриваем $\Rightarrow$

$$\vec{a}_2 \perp BC; \vec{a}_1 \perp AB \Rightarrow \angle(\gamma + \alpha) = 90^\circ; \sin(\gamma + \alpha) = 1 \Rightarrow$$

$$\sin \gamma \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \gamma = 1; 0,6 \cos \alpha + 0,8 \sin \alpha = 1; \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \Rightarrow$$

$$0,6 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 1 - 0,8 \sin \alpha; 0,36(1 - \sin^2 \alpha) = 1 - 1,6 \sin \alpha + 0,64 \sin^2 \alpha$$

$$0,64 \sin^2 \alpha + 0,36 \sin^2 \alpha - 1,6 \sin \alpha + 1 - 0,36 = 0$$

$$\sin^2 \alpha - 1,6 \sin \alpha + 0,64 = 0$$

$$D = 1,6^2 - 4 \cdot 0,64 = 2,56 - 2,56 = 0$$

$$\sin \alpha = \frac{1,6}{2 \cdot 0,64} = \frac{0,8}{0,64} = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$



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!

№ 3, ч. 2

2) Момент времени - начальный $\Rightarrow$ скорость не успеет провернуться и нити не успеют провернуться $\Rightarrow$ $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_2$ соответственно $\perp AB$ и BC , т.к. нити нерастяжимы $\Rightarrow$ $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_2$ соответственно $\perp AB$ и $BC \Rightarrow \alpha = \theta = 90^\circ - \gamma \Rightarrow$
 $\sin \alpha = \sin(90^\circ - \gamma) = \cos \gamma = 0,8 \Rightarrow \sin \alpha = 0,8$ ~~$\cos \alpha = 0,6$~~

3) 2.3. И. для груза 2м:

$$\text{По } O_x: -2ma \cos \alpha = T - T_2 \cos \gamma$$

$$\text{По } O_y: -2ma \sin \alpha = T_2 \sin \gamma - 2mg$$

2.3. И. для груза m:

$$\text{По } O_x:$$

$$-ma \cos \theta = T_1 \cos \gamma - T$$

$$\text{По } O_y:$$

$$+ma \sin \theta = T_1 \sin \gamma - mg$$

Скорость не определяется $\Rightarrow a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \theta; \alpha = \theta \Rightarrow$

$$a_1 = a_2 = a;$$

$$\begin{cases} 2ma \cos \alpha = T_2 \cos \gamma - T \\ 2ma \sin \alpha = 2mg - T_2 \sin \gamma \\ ma \cos \alpha = T - T_1 \cos \gamma \\ ma \sin \alpha = T_1 \sin \gamma - mg \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_2 = \frac{2ma \sin \gamma + T}{\cos \gamma} \\ T_2 = \frac{-2ma \cos \gamma + 2mg}{\sin \gamma} \\ T_1 = \frac{T - ma \sin \gamma}{\cos \gamma} \\ T_1 = \frac{ma \cos \gamma + mg}{\sin \gamma} \end{cases}$$



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
3 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!

$$\begin{cases} \frac{2ma \sin \gamma + T}{\cos \gamma} = \frac{2mg - 2ma \cos \gamma}{\sin \gamma} \\ \frac{T - ma \sin \gamma}{\cos \gamma} = \frac{ma \cos \gamma + mg}{\sin \gamma} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2ma \sin^2 \gamma + T \sin \gamma = 2mg \cos \gamma - 2ma \cos^2 \gamma \Rightarrow T = \frac{2mg \cos \gamma - 2ma(\cos^2 \gamma + \sin^2 \gamma)}{\sin \gamma} \\ T \sin \gamma - ma \sin^2 \gamma = ma \cos^2 \gamma + mg \cos \gamma \Rightarrow T = \frac{mg \cos \gamma + ma(\cos^2 \gamma + \sin^2 \gamma)}{\sin \gamma} \end{cases}$$

$$2mg \cos \gamma - 2ma = mg \cos \gamma + ma$$

$$mg \cos \gamma = 3ma \Rightarrow a = \frac{g \cos \gamma}{3} = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3} \text{ м/с}^2 \Rightarrow$$

$$T = \frac{mg \cos \gamma + ma}{\sin \gamma} = \frac{0,2 \text{ Н} \cdot 0,8 + 0,2 \cdot \frac{8}{3}}{0,6} = \frac{0,16 \text{ Н} + 0,24 \text{ Н}}{0,6} = \frac{0,4 \text{ Н}}{0,6} = \frac{8}{6} \text{ Н} = 1,6 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,8; a_1 = 2\frac{2}{3} \text{ м/с}^2; T = 1,6 \text{ Н}$$

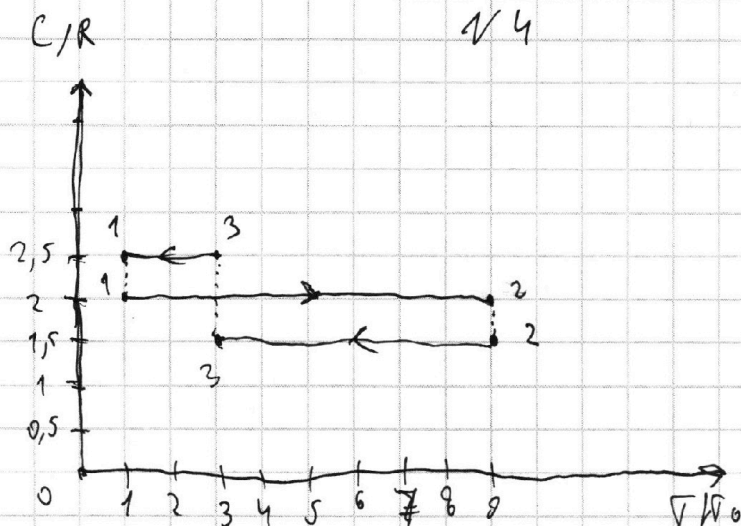


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



Дано: $M = 400 \text{ кг}$
 $v = 5 \text{ моль}$; $N = 20$
 $i = 3$ $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $T_0 = 300 \text{ К}$
 $P/P_0 (V/V_0) - ?$
 $A_1 - ?$
 $\mu - ?$

1) $Q = C \cdot \Delta T$;

$$Q_{12} = \frac{\gamma \cdot C}{R} \cdot R \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_0} \cdot T_0 = 2 R \cdot 2 \cdot 8 T_0 = 16 T_0 R \gamma$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \gamma R \left(\frac{T_2}{T_0} - \frac{T_1}{T_0} \right) \cdot T_0 = 12 T_0 R \gamma \Rightarrow A_{12} = -4 T_0 R \quad A_{12} = 4 T_0 R$$

$$P_1 V_1 = \gamma R T_1; \quad P_2 V_2 = \gamma R T_2$$

$$Q_{23} = \gamma R \frac{C}{R} \cdot \left(\frac{T_3}{T_0} - \frac{T_2}{T_0} \right) \cdot T_0 = \frac{3}{2} \gamma R \cdot -6 T_0 = -9 \gamma R T_0;$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \cdot \gamma R \cdot \left(\frac{T_3}{T_0} - \frac{T_2}{T_0} \right) \cdot T_0 = \frac{3}{2} \gamma R \cdot -6 T_0 = -9 \gamma R T_0 = Q_{23} \Rightarrow$$

$$A_{23} = 0 \Rightarrow \Delta V_{23} = 0 \Rightarrow 2-3 - \text{изохора} \Rightarrow V_2 = V_3;$$

По уравнению Менделеева - Клапейрона:

$$P_1 V_1 = \gamma R T_1; \quad P_3 V_3 = \gamma R T_3; \quad P_2 V_2 = \gamma R T_2$$

$$Q_{31} = \gamma R \frac{C}{R} \left(\frac{T_1}{T_0} - \frac{T_3}{T_0} \right) \cdot T_0 = \frac{5}{2} \gamma R \cdot -2 T_0 = -5 \gamma R T_0; \quad \Delta U_{31} = -3 \gamma R T_0$$



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!

N 4, 7.2

$$0 U_{31} = -3 \sqrt{R T_0} \Rightarrow A_{31} = -2 \sqrt{R T_0}$$

$$P_1 V_1 = \sqrt{R T_0}$$

$$P_2 V_2 = 9 \sqrt{R T_0} \Rightarrow \frac{P_3}{P_2} = \frac{1}{3}; P_2 = 3 P_3;$$

$$P_3 V_2 = 3 \sqrt{R T_0}$$

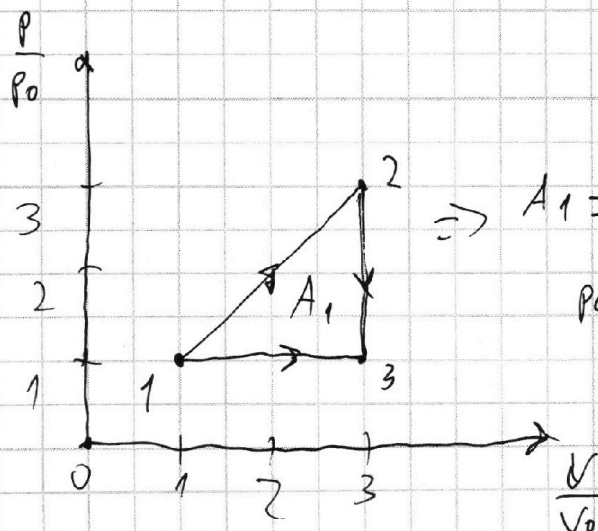
$$\text{Заметим, что: } C_p = \frac{i+2}{2} R = \frac{5}{2} R;$$

$$C_{31} = \frac{5}{2} \cdot R \Rightarrow 3-1 \text{ - изобара} \Rightarrow P_1 = P_3$$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \sqrt{R T_0} \\ 3 P_1 V_2 = 9 \sqrt{R T_0} \end{cases} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} \cdot 3 = 9 \Rightarrow V_2 = 3 V_1; P_1 = P_0; V_1 = V_0 \Rightarrow$$

$$P_2 = 3 P_0; P_3 = P_0; V_2 = 3 V_0; V_1 = V_0; V_3 = 3 V_0$$

↙



$$\Rightarrow A_1 = \frac{(3 P_0 - P_0)(3 V_0 - V_0)}{2} = 2 P_0 V_0;$$

$$P_0 V_0 = \sqrt{R T_0} \Rightarrow A_1 = 2 \sqrt{R T_0}$$

$$= 2 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 300 =$$

$$= 3 \cdot 10^3 \cdot 8,31 = 3 \cdot 8310 =$$

$$= 24930 \text{ Дж}$$



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
3 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!

н4, 7.3

А ~~В~~ Пусть A_1 - полезная работа на подъем груза $\Rightarrow A_1 = Mgh$; А ~~В~~ A_2 - работа газа $\Rightarrow$

$$A_1 = A_2 \cdot \frac{1}{2}; A_2 = A_1 \cdot 2 \Rightarrow$$

~~$Mgh = 240 \cdot 10 \cdot 2$~~

$$400 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot h = 24930 \text{ Дж} \cdot 20 \cdot \frac{1}{2}$$

$$h = \frac{24930 \text{ Дж} \cdot 10}{400 \cdot 10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2} = \frac{249,3}{4} \text{ м} = \frac{124,65}{2} \text{ м} =$$

$$= 62,325 \text{ м}$$

Ответ:

$$A_1 = 24930 \text{ Дж}$$

$$h = 62,325 \text{ м}$$



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 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!

15, 10.05.2022

$$v_0 = \sqrt{\frac{2(K - \frac{\epsilon_0 q Q}{R^2})}{m}}$$

$$2) E_n = \frac{F_0}{2} = \frac{\epsilon_0 q Q}{2R^2}; \quad v_0^2 = \frac{2K - \frac{\epsilon_0 q Q}{R^2}}{m} \Rightarrow$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2KR^2 - \epsilon_0 q Q}{mR^2}}$$

$$2) \text{ В точке } A; E_K = 0; \text{ т.к. } v_A = 0 \Rightarrow E_{n,A}$$

$$K = E_{n,A}; \quad A_0 = 0 \text{ м};$$

$$F_A = \frac{\epsilon_0 q Q}{R^2 + A_0^2}; \quad F_C = \frac{\epsilon_0 q Q}{R^2 + A_0^2} \Rightarrow \frac{E_{n,A}}{E_{n,C}} = \frac{R^2 + A_0^2}{R^2 + A_0^2} = 2 \Rightarrow$$

$$\frac{mv_C^2}{2} + \frac{E_{n,A}}{2} = K \Rightarrow \frac{K}{2} = \frac{mv_C^2}{2} \quad v_C = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Ответ:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2KR^2 - \epsilon_0 q Q}{mR^2}};$$

$$v_C = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

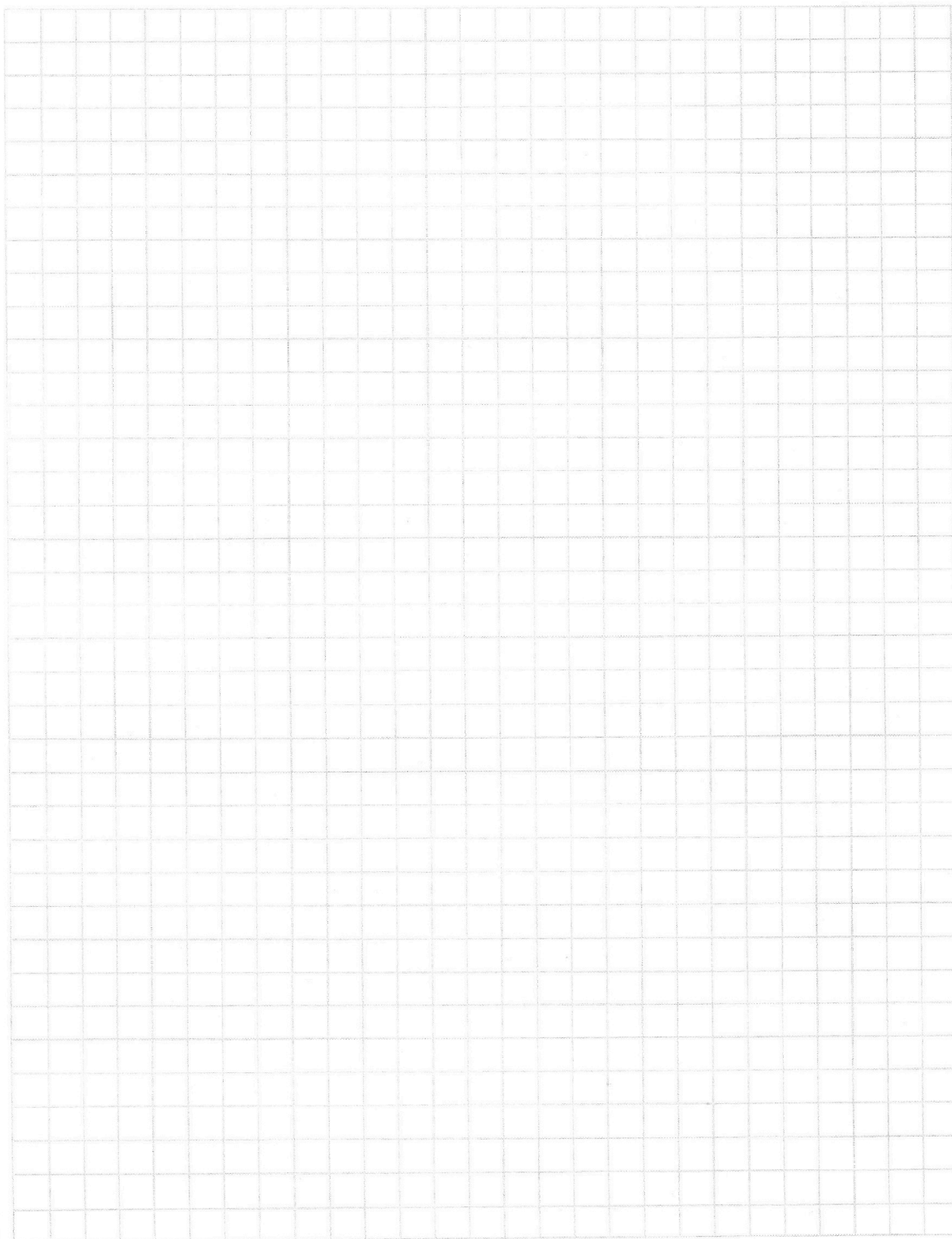


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

$$\sin \gamma = 0,6$$

$$\cos \gamma = 0,8$$

$$2 m a_2 \cos \gamma = T_2 \cos \gamma - T$$

$$2 m a_2 \sin \gamma = 2 m g - T_2 \sin \gamma$$

$$m a_1 \cos \theta = T - T_1 \cos \gamma$$

$$m a_1 \sin \theta = T_1 \sin \gamma - m g$$

$$a_1 \cos \theta = a_2 \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$a_1$$

$$\theta = 90 - \gamma$$

$$\sin \theta = \sin(90 - \gamma) = \cos \gamma \Rightarrow$$

$$\alpha = \gamma$$

$$\begin{array}{r} 0,6 \overline{) 60} \\ \underline{60} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0,6 \overline{) 60} \\ \underline{60} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 1,2 \\ \hline 7,2 \end{array}$$

$$2 m a_2 \frac{\cos \alpha}{\cos \gamma} + \frac{T}{\cos \gamma} = T_2$$

$$2 m a_2 \frac{\cos \alpha}{\cos \gamma} + \frac{T}{\cos \gamma} = 2 m a_2 \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} + \frac{2 m g}{\sin \gamma}$$

$$2 m a_2 \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} + \frac{2 m g}{\sin \gamma} = T_2$$

$$2 m a_2 \tan \gamma \cos \alpha + T \tan \gamma = 2 m a_2 \sin \alpha + 2 m g$$

$$2 m a_2 (\tan \gamma \cos \alpha - \sin \alpha) = 2 m g - T \tan \gamma$$

$$m a_1 \frac{\cos \theta}{\cos \gamma} + \frac{T}{\cos \gamma} = T_1$$

$$m a_1 \frac{\sin \theta}{\sin \gamma} + \frac{m g}{\sin \gamma} = T_1$$

$$m a_1 \frac{\sin \theta}{\sin \gamma} + \frac{m g}{\sin \gamma} = \frac{T}{\cos \gamma} - m a_1 \frac{\cos \theta}{\cos \gamma}$$

$$m a_1 \sin \theta + m g = T \tan \gamma - m a_1 \tan \gamma \cos \theta$$

$$m a_1 (\sin \theta + \tan \gamma \cos \theta) = T \tan \gamma - m g$$

$$2 m a_2 (\tan \gamma \cos \alpha - \sin \alpha) + m a_1 (\sin \theta + \tan \gamma \cos \theta) = m g$$

$$2 \tan \gamma \cdot a_2 \cos \alpha - 2 a_2 \sin \alpha + a_1 \sin \theta + a_1 \cos \theta \tan \gamma = 0$$

$$2 a_2 \tan \gamma \cos \alpha - 2 a_2 \sin \alpha + a_1 \sin \theta + a_1 \cos \theta \tan \gamma = 0$$

