



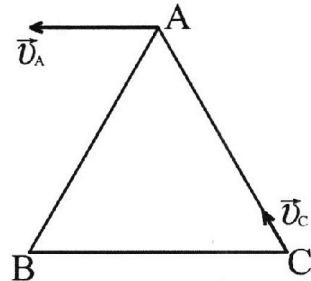
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-01



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}_A точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,4$ м/с, а скорость \vec{v}_C вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника $a = 0,2$ м.



1. Найдите модуль v_c скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершил три оборота?

Пчела массой $m = 100$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

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

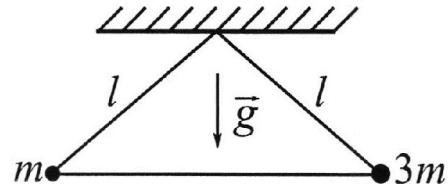
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте 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 $m = 0,1$ кг и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m 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.



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 10-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

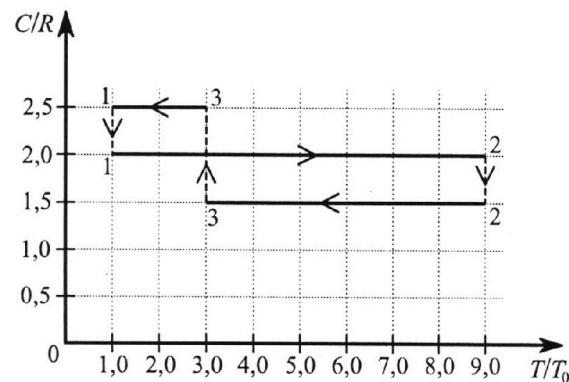
- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 2$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

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

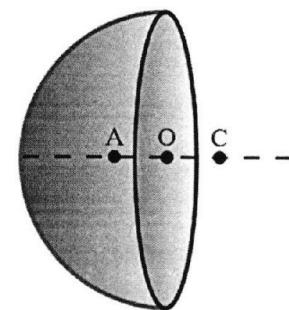
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. 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 . В точке О частица движется со скоростью V_O .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется 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.

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**.

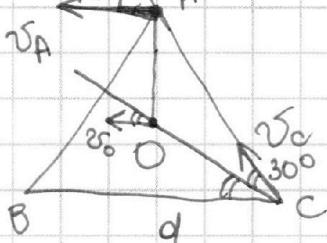
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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) По закону погодки для направления \vec{AC}

получим: $v_A \cdot \cos 60^\circ = v_C = \frac{2}{5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{5} \text{ м/с} \approx 0,31 \text{ м/с}$



2) Сума внешних сил на треугольник равна нулю, раз поверхность подка
 \Rightarrow Скорость центра масс треуг-ка v_0 постоянна, как и угловая скорость вращения ω

трегу-ка вокруг центра мас. Центр мас - т.О.

из законда погодки для направлений AO и OC

следует, что $\vec{v}_0 \perp OA$ и $v_0 \cdot \cos 30^\circ = v_C \cdot \cos 30^\circ$

$$\Rightarrow v_0 = v_C = \frac{v_A \sqrt{3}}{2} \cdot \frac{v_A}{2}, \quad AO = OB = \frac{d}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{v_A - v_0}{AO} = \frac{v_A(2 - \sqrt{3})}{2d} = \frac{v_A \sqrt{3}}{2d}$$

$$\omega \cdot T = 3 \cdot 2\pi \Rightarrow$$

$$T = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{6\pi}{\frac{v_A \sqrt{3}}{2d}} = \frac{12\pi d}{v_A \sqrt{3}} = 4\pi(2\sqrt{3} + 3) \frac{d}{v_A} =$$

$$= 40,3 \text{ с} \quad T = 6\pi \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{d}{v_A} = 4\pi\sqrt{3} \frac{d}{v_A} \approx 10,7 \text{ с}$$

3) Т.к. масса гемы мала, то гема никак не влияет на движение треуг-ка. Ясно, что по II л-ну Ньютона:

$$\vec{R} = m \vec{a}_B. \quad \text{Перейдём в ИСО центра мас.}$$

Здесь точка B равномерно вращается $\Rightarrow d_B = \omega^2 \cdot OB$



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

$$\Rightarrow R = m \omega^2 \cdot \frac{d}{\sqrt{3}} + \frac{md}{\sqrt{3}} \cdot \frac{v_A^2}{d^2} \cdot \frac{(2\sqrt{3}-3)^2}{4} = \frac{m v_A^2}{d} \cdot \frac{21-12\sqrt{3}}{4}$$

$$R \approx 9,6 \cdot 10^{-8} \text{ H} \quad R = \frac{md}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3}{4} \frac{v_A^2}{d^2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{m v_A^2}{d}$$

Ответ: ~~$v_c = \frac{v_A \sqrt{3}}{2} \approx 0,34 \text{ м/с}$~~

~~$T = 4\pi(2\sqrt{3}+3) \cdot \frac{d}{v_A} \approx 40,3 \text{ с}$~~

~~$R = \frac{m v_A^2}{d} \cdot \frac{21-12\sqrt{3}}{4} \approx 9,6 \cdot 10^{-8} \text{ H}$~~

$$v_c = \frac{v_A}{2} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$T = 4\pi\sqrt{3} \cdot \frac{d}{v_A} \approx 10,7 \text{ с}$$

$$R = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{m v_A^2}{d} = \frac{3,4 \cdot 10^{-5}}{4} \text{ H}$$

} Ответ



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**.

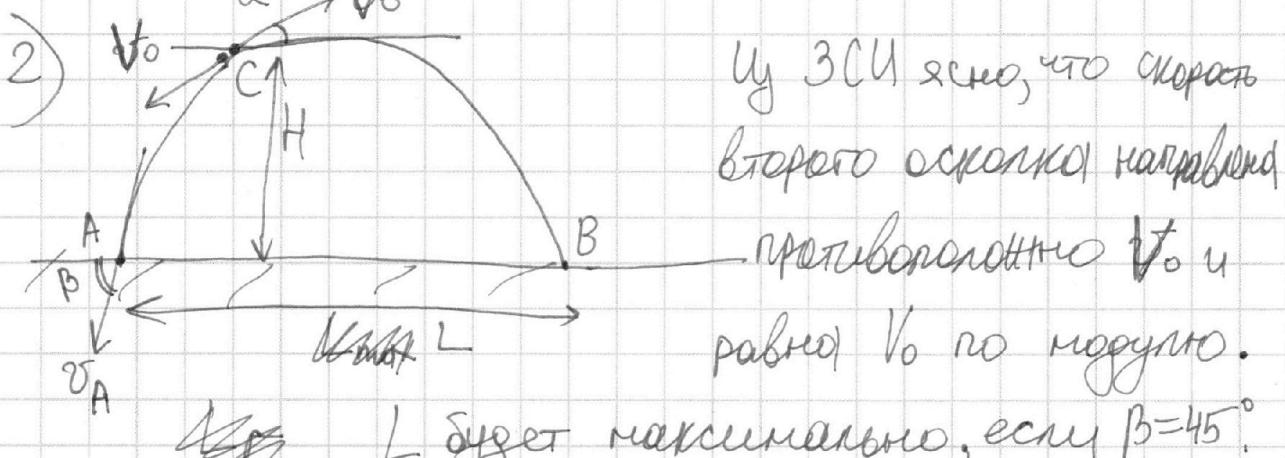
 1 2 3 4 5 6 7

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!

1) По равнозадореному движению: $h = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$
 $\Rightarrow v_0 = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2} = 50 \text{ м/с}$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \left(\frac{h + g t}{2} \right)^2 = \frac{250}{2} = 125 \text{ м}$$



Но L будет максимальным, если $\beta = 45^\circ$.

Проверим вероятно ли это: $v_0 \cos \alpha = v_A \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$v_A^2 = v_0^2 + 2gH - \text{из ЗС}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 + \frac{2gH}{v_0^2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{29}}{2\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{29}{8}} > 1$$

$\cos \alpha > 1$ значит $\beta = 45^\circ$ невероятно. Значит $\alpha = 0^\circ$

$$L = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin 2\beta$$

$$v_A \cdot \cos \beta = v_0 \Rightarrow \cos \beta = \frac{v_0}{v_A}$$

~~$$\cos \beta = \frac{2}{\sqrt{29}} \quad ; \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{5}{\sqrt{29}}$$~~

~~$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin \beta \cos \beta = \frac{2 \cdot 20^2}{10} \cdot \frac{10}{29} = 21,4 \text{ м}$$~~



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!

~~Ответ:~~ $H = \frac{\left(\frac{h}{\pi} + \frac{gT}{2}\right)^2}{2g} = 125 \text{ м}$

$$L_{\max} = \frac{20}{2g} \cdot \frac{V_0^2}{g} = 21,4 \text{ м}$$

$$\cos \beta = \frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 + 2gH}}, \quad \sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{V_0^2 + 2gH}}$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2}{g} \cdot 2 \sin \beta \cos \beta = \frac{2}{g} \cdot V_0 \sqrt{2gH} = 2V_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 200 \text{ м}$$

~~Ответ:~~ $H = \frac{\left(\frac{h}{\pi} + \frac{gT}{2}\right)^2}{2g} = 125 \text{ м}$

$$L_{\max} = 2V_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 200 \text{ м}$$



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

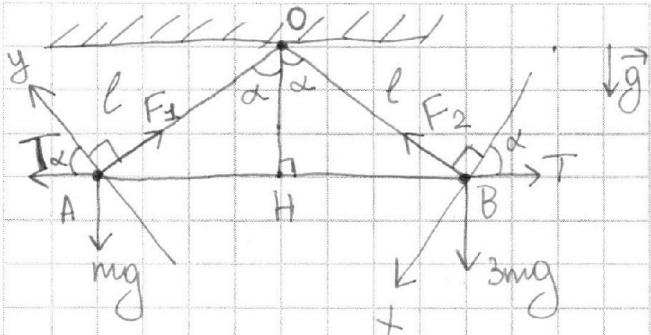
5

6

7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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) В силу неравнотности
массы ускорения в
награвлены перпендикулярно соответствующим
мнгтам: у тела m по оси Oy, у тела 3m
по оси Ox. Т.к. через время dt у шарика m
стает скорость $dv_1 = a_1 dt$, которая должна
быть перпендикулярна мгти, и т.к. вся
конструкция вращается вокруг точки O
с единой угловой скоростью, то

$$\omega = \frac{dv_1}{l} = \frac{dv_2}{l} \Rightarrow d_1 = d_2 - \text{ускорение шариков}$$

равны

$$B \Delta AOH: \sin \alpha = \frac{0,8l}{l} = \frac{4}{5} \quad ; \quad \alpha = \frac{4}{3}$$

2) Сила T от стержня на грузы должна быть направлена
вдоль стержня, т.к. стержень легкий.
Если сумма сил на стержень равна нулю, поэтому
если на шарик m сила T действует влево, то на



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

шарик 3м сидит Треугольник вправо.

Оси Ox и Oy показаны на рисунке. В проекции на эти оси Π задачи многочлен где ~~столи~~ кинетического из Тен:

$$\text{Тело } m, \text{ ось } Oy: m\ddot{d}_1 = T \sin \alpha - mg \sin \alpha$$

$$\text{Тело } 3m, \text{ ось } Ox: 3m\ddot{d}_1 = 3mg \cos \alpha$$

$$3mg \sin \alpha = T \cos \alpha$$

$$\Rightarrow 4m\ddot{d}_1 = 2mg \sin \alpha \Rightarrow d_1 = \frac{g \sin \alpha}{2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{mg \sin \alpha}{2} = T \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow T = \frac{3}{2} mg \cos \alpha =$$

$$= 2mg = 2 \text{ Н}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,8$

$$d_1 = \frac{g \sin \alpha}{2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$T = \frac{3}{2} mg \cos \alpha = 2mg = 2 \text{ Н}$$

I-



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

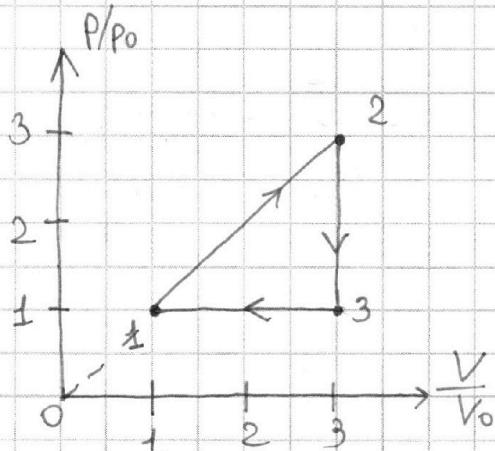
6

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!



1) Из графика в условии видно, что все процессы политропные:

$$P \cdot V^n = \text{const}, \text{ где}$$

$$n = \frac{C_p - C}{C_v - C}.$$

Используя эту формулу,

наайдём: $n_{12} = -1$; $n_{23} = \infty$; $n_{31} = 0$

т.е. 1-2 — процесс, в котором $P \sim V$, 2-3 —

~~изохорный~~ процесс, ~~изотермический~~ 3-1 — изобарный процесс

$$T_1 = T_0; T_2 = 9T_0; T_3 = 3T_0$$

$P_0 V_0 = RT_0$ — уравнение состояния для газа в точке 1.

2) Процесс расширения — процесс 1-2

$$Q_1 = C_{12} \cdot (T_2 - T_1) = 2R \cdot 2 \cdot 8T_0 = 16RT_0 =$$

$$= 79,776 \text{ кДж} \approx 80 \text{ кДж}$$

$$3) N \cdot A_{\text{чка}} \cdot \frac{1}{2} = MgH \quad ; \quad A_{\text{чка}} = \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 2V_0 = 2P_0 V_0$$

Ачка равна площади под графиком ~~изохоры~~ (реки) внутри чка над графиком $P(V)$

$$\Rightarrow H = \frac{N P_0 V_0}{Mg} = \frac{N DRT_0}{Mg} = 33,24 \text{ м}$$



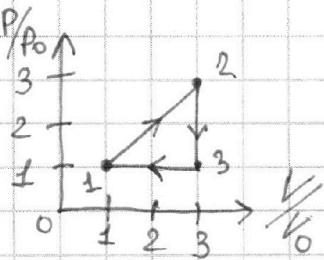
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Ответ:



$$Q_1 = 162 \text{ kДж} = 79,776 \text{ кДж}$$

$$H = \frac{N \cdot R T_0}{M g} = 33,24 \text{ м}$$

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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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) Ясно, что потенциал ^{от полусферы} точки О равен $\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$

$$\text{ЗС} \Rightarrow \varphi_A \cdot q = \varphi_0 \cdot q + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow \varphi_A = \varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2q} - \text{потенциал в т. A от полусферы}$$

$$\text{ЗС} \Rightarrow \varphi_A \cdot q = \varphi_\infty \cdot q + \frac{mV^2}{2}, \text{ где } \varphi_\infty \text{ - потенциал на бесконечности. } \varphi_\infty = 0$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{2q \cdot \varphi_A}{m}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{2q \cdot kQ}{m \cdot R}}$$

2) Мысленно дополним нашу полусферу ^у точкой ~~и е~~ с таким же равномерно распред. зарядом Q. Тогда внутри сферы равномерно заряженной полы нет (по т. Гаусса) \Rightarrow в любой точке внутри сферы потенциал однаковый и равен $\frac{k \cdot 2Q}{R}$ — как в центре. По принципу суперпозиции потенциал в т. С равен сумме греческого потенциала φ_0 от старой полусферы и потенциала φ_A от новой полусферы (этот потенциал равен φ_A вследствие симметрии точек A и 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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input 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!

относительного центра O): $\frac{2kQ}{R} = \varphi_A + \varphi_C \downarrow$

Задача: $\varphi_A \cdot q = \varphi_C \cdot q + \frac{mV_c^2}{2}$; $\frac{2kQ}{R} = \frac{kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2q} + \varphi_C$

$$\Rightarrow V_c = \sqrt{2} V_0$$

Ответ: $V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kQq}{mR}}$

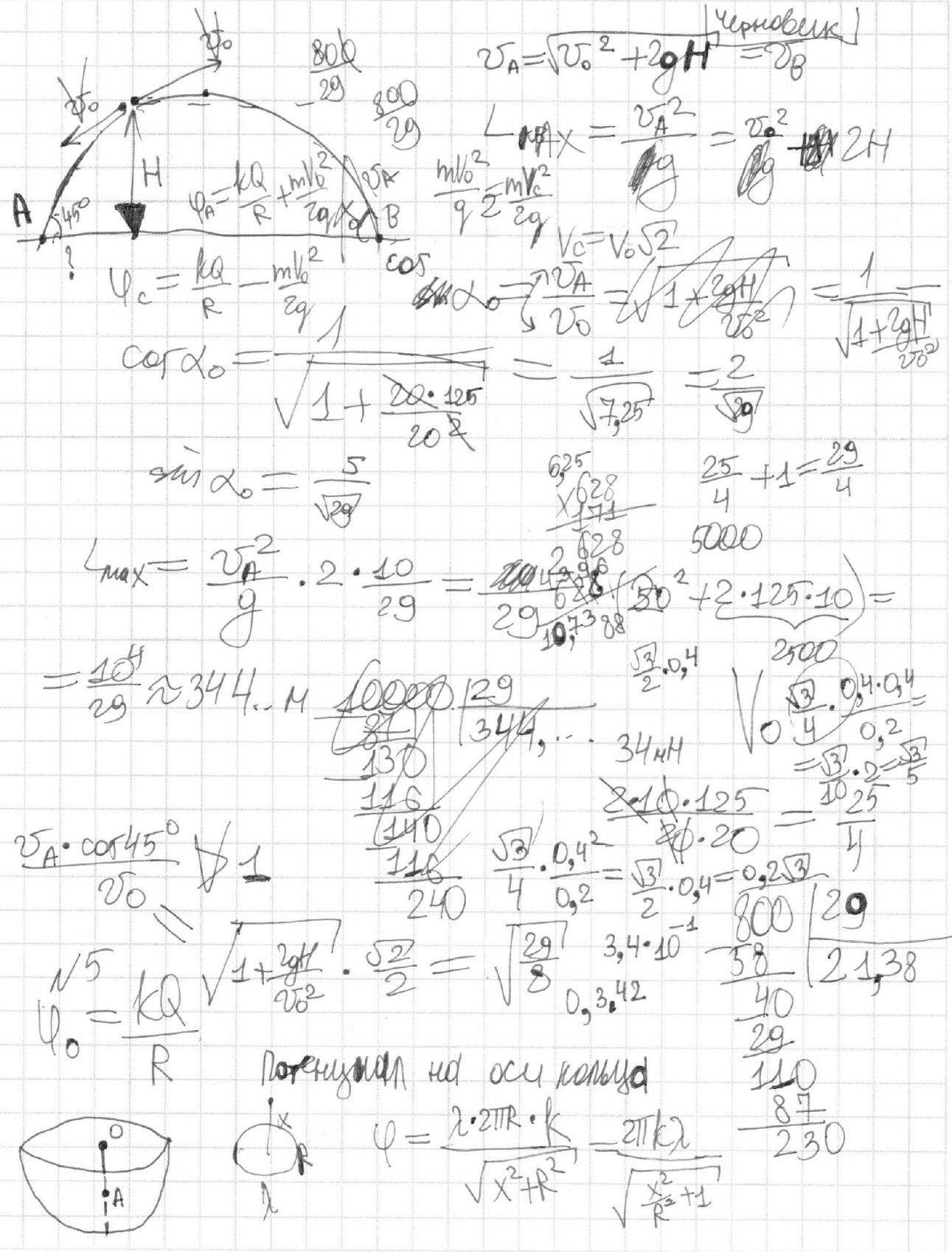
$$V_c = V_0 \sqrt{2}$$



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**.

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**.

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

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!

$$v_A \sin 60^\circ = v_c = \frac{2}{5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} m/c = \frac{\sqrt{3}}{5} m/c \approx 0,34 m/c$$



$$v_c = \frac{v_c \cos 30^\circ}{\cos 30^\circ} = v_c = v_A \sin 60^\circ$$

нн

$$\omega = \frac{v_A - v_c}{\frac{d}{\sqrt{3}}} = \frac{v_A (1 - \frac{\sqrt{3}}{2}) \sqrt{3}}{d} = \frac{\sqrt{3}}{d} (\sqrt{3} - \frac{3}{2})$$

$$T = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{2d \cdot 6\pi}{v_A \sqrt{3} (2 - \sqrt{3})} = \frac{4\pi d (2\sqrt{3} + 3)}{v_A}$$

$$4 \cdot 3,14 \cdot 6,42 \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= 40,3 \text{ c} \approx T$$

$$\begin{array}{r} \cancel{3} \cancel{1} \\ \times 6,28 \\ \hline 1256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2512 \\ 3768 \\ \hline 403176 \end{array}$$

21

$$12 + 9 = 12\sqrt{3}$$

$$0,1\Gamma = 10^{-4} \text{ кГ}$$

$$h = v_0 T - \frac{g T^2}{2}$$

$$v_0 = \frac{2h + g T^2}{2T}$$

$$= \frac{h}{T} + \frac{g T}{2}$$



$$d_B = \omega^2 \cdot \frac{d}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{12\pi}{\sqrt{3}(2 - \sqrt{3})} = \frac{(2\sqrt{3} + 3)4\pi}{3}$$

$$\frac{2\pi \cdot (2\sqrt{3} + 3)}{6,28 \cdot 6,42}$$

$$21 - 12\sqrt{3} \approx 0,48$$

$$\frac{0,2^4 \cdot 0,48}{0,2 \cdot 4} =$$

$$= 0,008 \cdot 0,12 =$$

$$\times \frac{12}{1,71}$$

$$\frac{84}{12} = \frac{7}{1,71}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} =$$

$$H = 125 \text{ м}$$

$$= 0,00096 =$$

$$= 96 \cdot 10^{-5} \approx 10^{-4} \cdot 96$$

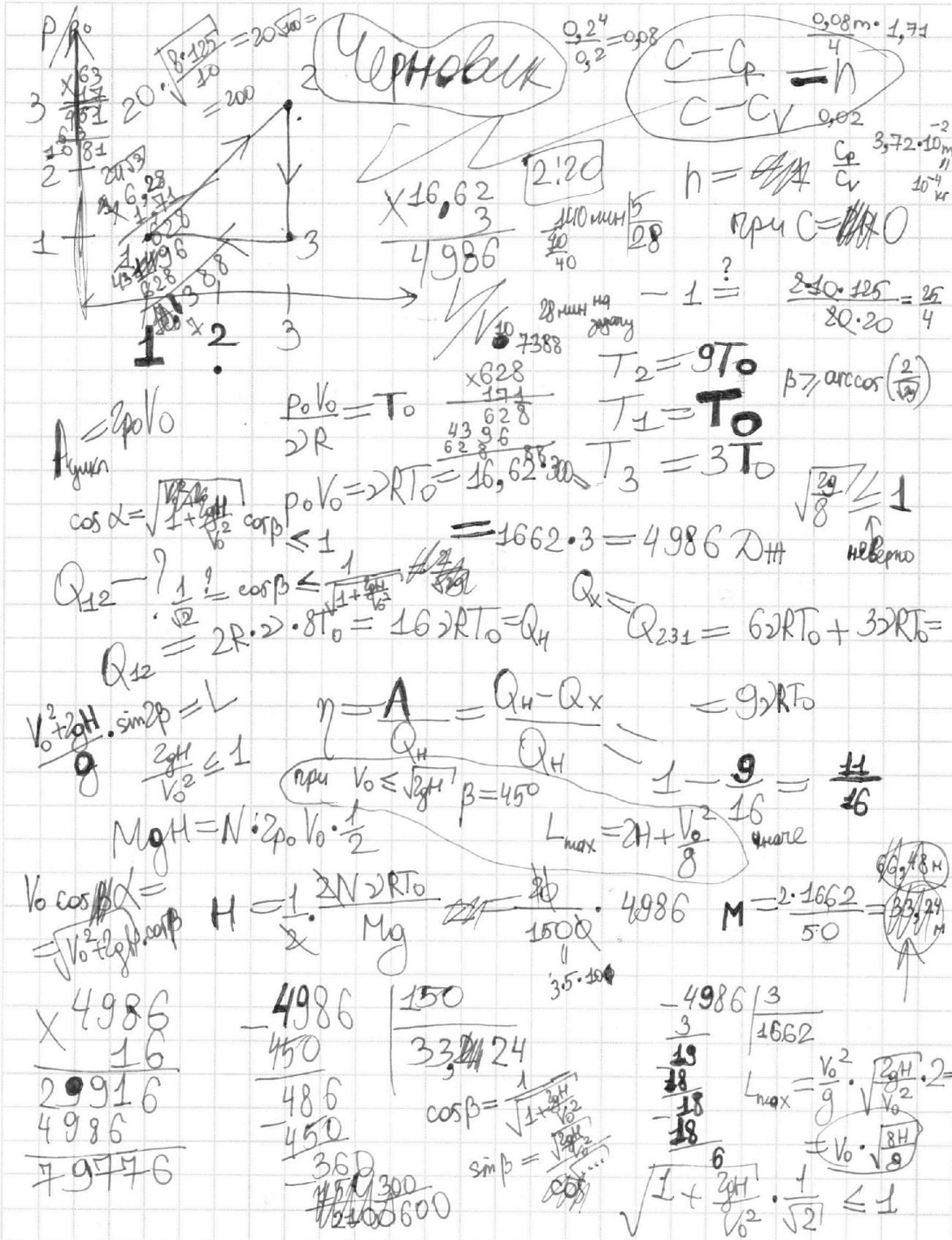
$$\frac{50^2}{20} = \frac{250}{2}$$



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**.

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**.

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

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!

$$\begin{array}{r} \times 16,62 \\ \times 3 \\ \hline 4986 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4986 \\ - 460 \\ \hline 386 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 386 \\ - 360 \\ \hline 26 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \\ - 33,74 \\ \hline 600 \end{array}$$

$$d\varphi = \frac{dx}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{d\alpha}{\sqrt{\frac{x^2}{R^2 - (x+L)^2} + 1}}$$

$$\varphi_A = \frac{kL}{R} + \frac{mV_0^2}{2g}$$

~~$$\cos\alpha = \frac{1,6}{2 \cdot 1,6}$$~~

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi_c = \frac{2kQ}{R} \\ \varphi_A = 2\varphi_0 - \varphi_c \end{array} \right.$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

$$d\varphi = \frac{k \cdot \sigma \cdot 2\pi r dx}{2\pi r \cdot dx \cdot \sigma} = \frac{\sqrt{x^2 + r^2}}{2} \frac{\mu_0 \cos\alpha + \mu_0 \cos\alpha}{2} = \frac{3}{2} \frac{\mu_0 \cos\alpha}{2}$$

$$r^2 = R^2 - (x+L)^2 \quad T = \frac{3}{2} m g \cos\alpha$$

$$q \cdot \varphi_A = q\varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow \varphi_A - \varphi_0 = \frac{mV_0^2}{2q}$$

$$q \cdot \varphi_A = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V = \sqrt{\frac{2q}{m} \left(\frac{kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2g} \right)} =$$

~~$$= \sqrt{V_0^2 + \frac{2kgQ}{mr}}$$~~

$$\varphi_A - \varphi_c = 2\varphi_A - \frac{2kQ}{R} =$$

$$= \frac{mV_0^2}{q}$$

$$1. \frac{2q}{m}$$

~~$$\alpha_1 = \alpha_2$$~~

~~$$T \quad \text{at} \quad \alpha \quad \text{at} \quad \alpha \quad \text{at} \quad \alpha \quad \text{at} \quad \alpha$$~~

~~$$mg \quad 3mg$$~~

$$3m\alpha_1 = 3mg \cos\alpha - T \sin\alpha$$

$$\varphi_1 = \frac{g \cos\alpha}{2} = \frac{2}{5} g \alpha_1 = T \sin\alpha - mg \cos\alpha$$

$$4m\alpha_1 = 2mg \cos\alpha$$