

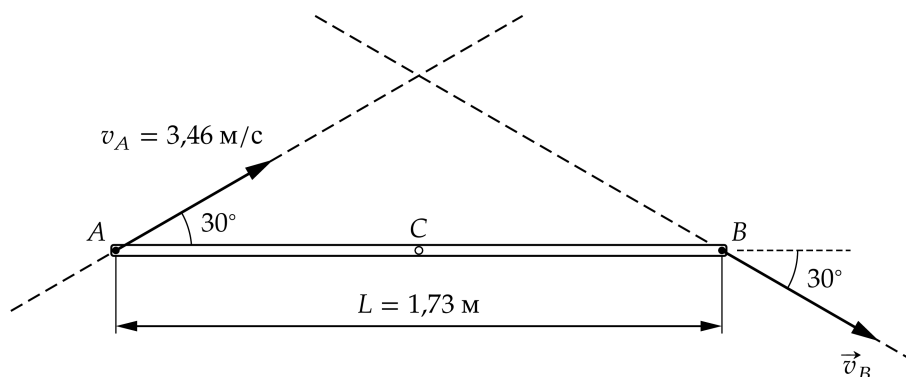
Отборочный тур (25 баллов)

Вариант 1

Время выполнения — 5 часов. **Основные числовые данные задач приведены на рисунках.** При вычислениях используйте приближённые равенства $\sqrt{2} \approx 1,41$, $\sqrt{3} \approx 1,73$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Стержень (5 баллов)

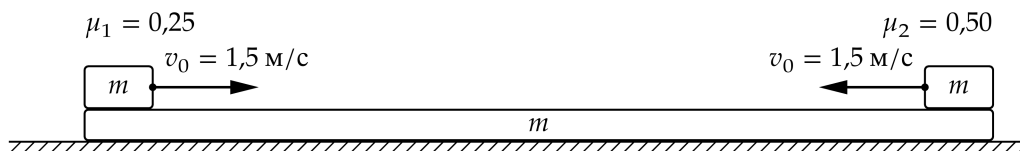
Концы A и B стержня движутся по прямым, показанным на рисунке штриховыми линиями. Скорость конца A постоянна по модулю и направлению. Точка C — середина стержня. Все вопросы относятся к моменту, изображённому на рисунке.



- а) (1 балл) Найдите модуль скорости точки C . Ответ дайте в м/с , округлите до десятых.
- б) (1 балл) Найдите модуль угловой скорости стержня. Ответ дайте в рад/с , округлите до десятых.
- в) (1 балл) Найдите модуль нормального ускорения точки C . Ответ дайте в м/с^2 , округлите до десятых.
- г) (2 балла) Найдите модуль ускорения точки B . Ответ дайте в м/с^2 , округлите до десятых.

2. Доска и две шайбы (5 баллов)

На гладком горизонтальном столе покоится длинная доска, у её концов лежат две маленькие шайбы. Массы доски и шайб одинаковы. В некоторый момент шайбам одновременно сообщают скорости, направленные вдоль доски навстречу друг другу. Коэффициенты трения скольжения левой (1) и правой (2) шайб о доску указаны на рисунке. Трения покоя достаточно, чтобы после прекращения скольжения шайба двигалась вместе с доской. Все тела движутся поступательно, шайбы не опрокидываются, не покидают доску и не сталкиваются. Размерами шайб можно пренебречь.



а) (1 балл) Найдите модуль ускорения доски, пока обе шайбы скользят по ней. Ответ дайте в м/с^2 , округлите до десятых.

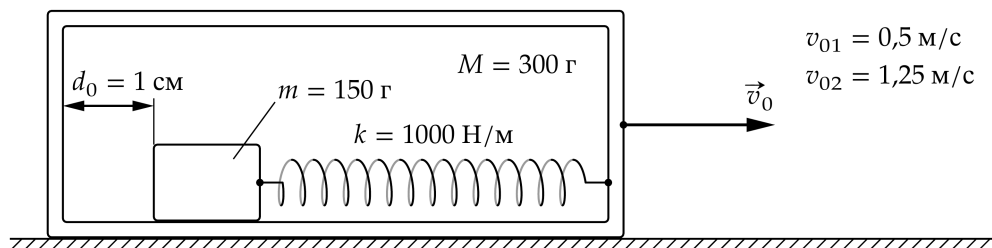
б) (1 балл) Через некоторое время правая шайба перестаёт проскальзывать по доске. Найдите модуль скорости доски в этот момент. Ответ дайте в м/с , округлите до десятых.

в) (2 балла) На какое расстояние сместится доска относительно стола за всё время движения? Ответ дайте в метрах, округлите до сотых.

г) (1 балл) Через какое время после начала движения все тела остановятся? Ответ дайте в секундах, округлите до десятых.

3. Коробка с грузом (5 баллов)

Коробка может без трения скользить по горизонтальному столу. Внутри неё на гладком дне лежит груз, прикрепленный пружиной к правой стенке. Пружина не деформирована. Коробке ударом сообщают скорость v_0 , направленную вправо. Удар груза о левую стенку (если он происходит) мгновенный и абсолютно упругий. Начальный зазор d_0 между грузом и левой стенкой указан на рисунке. Груз не касается правой стенки. При $v_0 = v_{01}$ груз не касается стенок, а при $v_0 = v_{02}$ ударяется о левую.



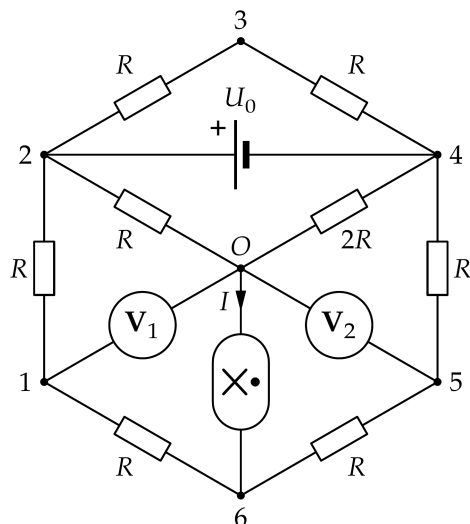
а) (1 балл) Пусть $v_0 = v_{01}$. Найдите максимальное растяжение пружины. Ответ дайте в мм, округлите до целых.

б) (2 балла) При какой наименьшей скорости v_0 груз коснётся левой стенки? Ответ дайте в м/с , округлите до сотых.

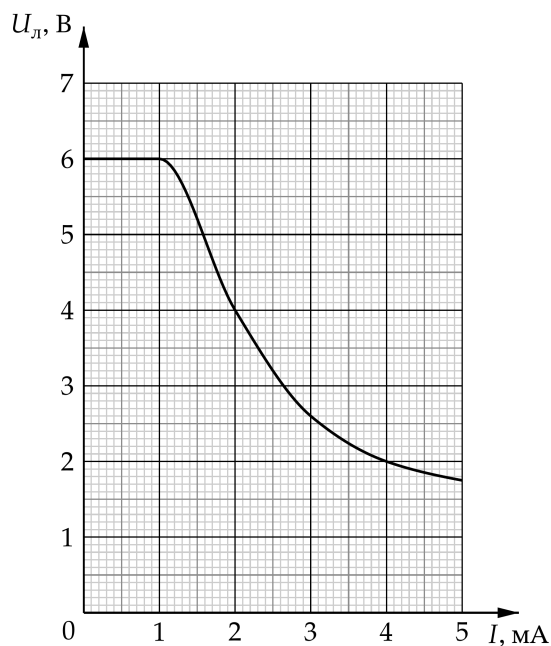
в) (2 балла) Пусть $v_0 = v_{02}$. Найдите максимальное сжатие пружины после удара груза о левую стенку. Ответ дайте в см, округлите до сотых.

4. Шестиугольник с газоразрядной лампой (5 баллов)

Схема показана на рисунке. Батарея и вольтметры идеальные, сопротивления резисторов и напряжение батареи U_0 указаны на рисунке. На отрезке $О6$ включена газоразрядная лампа. Силу тока I через лампу считаем положительной, если ток течёт от O к 6 (стрелка на схеме). Напряжение на лампе $U_{\text{л}} = \varphi_O - \varphi_6$. Изначально лампа погашена и ток через неё не идёт. Если напряжение на погашенной лампе достигает 6 В, она зажигается. Зависимость напряжения $U_{\text{л}}$ от тока I через горящую лампу показана на графике справа от схемы.



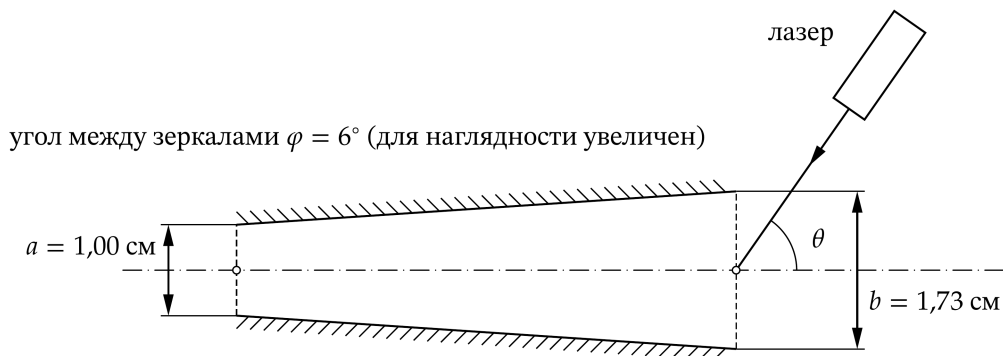
$$U_0 = 48 \text{ В}, \quad R = 3 \text{ кОм}$$



- (1 балл) Найдите показание вольтметра V_1 . Ответ дайте в вольтах, округлите до десятых.
- (2 балла) Найдите показание вольтметра V_2 . Ответ дайте в вольтах, округлите до десятых.
- (2 балла) Найдите силу тока через батарею. Ответ дайте в мА, округлите до десятых.

5. Клин из зеркал (5 баллов)

Два плоских зеркала поставлены отражающими поверхностями друг к другу симметрично относительно оси и не касаются друг друга (рисунок, вид сверху). Узкий луч лазера, лежащий в плоскости рисунка, входит в середину широкой щели под углом θ к оси. В этом варианте $\theta = 45^\circ$.



а) (1 балл) На какой угол изменится направление распространения луча после первых двух отражений по сравнению с направлением входящего луча? Ответ дайте в градусах, округлите до целых.

б) (2 балла) Сколько раз луч отразится от зеркал до выхода из клина? Ответ дайте целым числом.

в) (2 балла) На какой угол повернётся луч относительно первоначального направления? Ответ дайте в градусах, округлите до целых (180° означает, что луч пойдёт обратно).

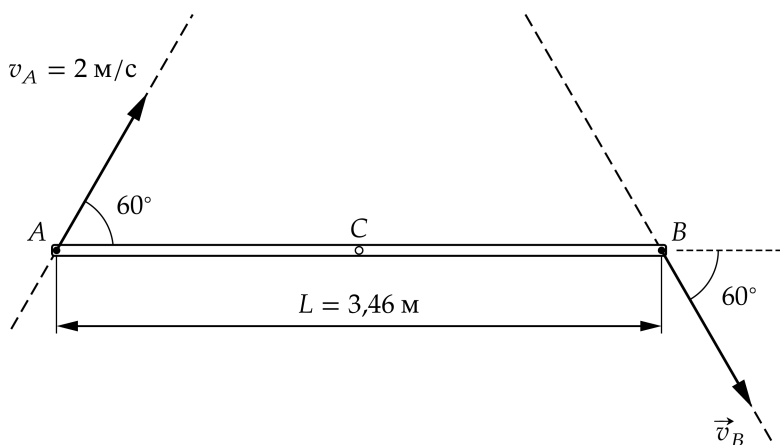
Отборочный тур (25 баллов)

Вариант 2

Время выполнения — 5 часов. **Основные числовые данные задач приведены на рисунках.** При вычислениях используйте приближённые равенства $\sqrt{2} \approx 1,41$, $\sqrt{3} \approx 1,73$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Стержень (5 баллов)

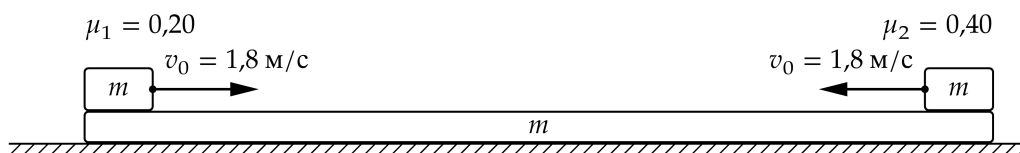
Концы A и B стержня движутся по прямым, показанным на рисунке штриховыми линиями. Скорость конца A постоянна по модулю и направлению. Точка C — середина стержня. Все вопросы относятся к моменту, изображённому на рисунке.



- (1 балл) Найдите модуль угловой скорости стержня. Ответ дайте в рад/с, округлите до десятых.
- (1 балл) Найдите модуль скорости точки C . Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.
- (2 балла) Найдите модуль ускорения точки B . Ответ дайте в м/с^2 , округлите до десятых.
- (1 балл) Найдите модуль нормального ускорения точки C . Ответ дайте в м/с^2 , округлите до десятых.

2. Доска и две шайбы (5 баллов)

На гладком горизонтальном столе покоится длинная доска, у её концов лежат две маленькие шайбы. Массы доски и шайб одинаковы. В некоторый момент шайбам одновременно сообщают скорости, направленные вдоль доски навстречу друг другу. Коэффициенты трения скольжения левой (1) и правой (2) шайб о доску указаны на рисунке. Трения покоя достаточно, чтобы после прекращения скольжения шайба двигалась вместе с доской. Все тела движутся поступательно, шайбы не опрокидываются, не покидают доску и не сталкиваются. Размерами шайб можно пренебречь.



а) (1 балл) Найдите модуль ускорения доски, пока обе шайбы скользят по ней. Ответ дайте в м/с^2 , округлите до десятых.

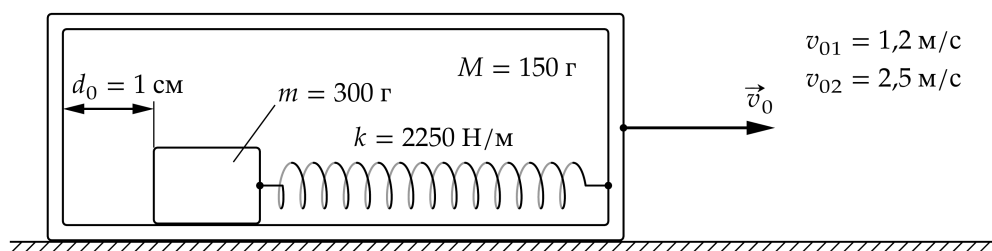
б) (1 балл) Через некоторое время правая шайба перестаёт проскальзывать по доске. Найдите модуль скорости доски в этот момент. Ответ дайте в м/с , округлите до десятых.

в) (2 балла) На какое расстояние сместится доска относительно стола за всё время движения? Ответ дайте в метрах, округлите до сотых.

г) (1 балл) Через какое время после начала движения все тела остановятся? Ответ дайте в секундах, округлите до десятых.

3. Коробка с грузом (5 баллов)

Коробка может без трения скользить по горизонтальному столу. Внутри неё на гладком дне лежит груз, прикрепленный пружиной к правой стенке. Пружина не деформирована. Коробке ударом сообщают скорость v_0 , направленную вправо. Удар груза о левую стенку (если он происходит) мгновенный и абсолютно упругий. Начальный зазор d_0 между грузом и левой стенкой указан на рисунке. Груз не касается правой стенки. При $v_0 = v_{01}$ груз не касается стенок, а при $v_0 = v_{02}$ ударяется о левую.



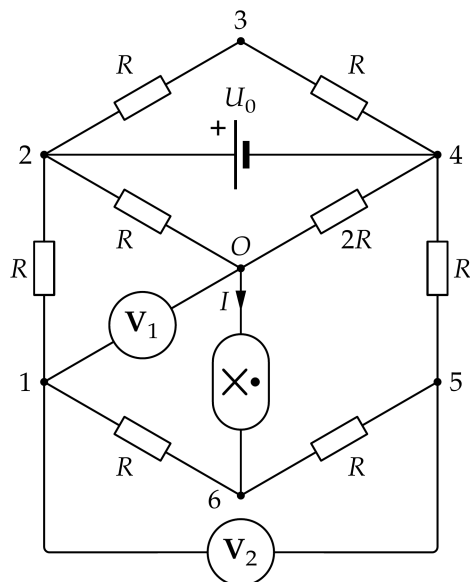
а) (2 балла) При какой наименьшей скорости v_0 груз коснётся левой стенки? Ответ дайте в м/с , округлите до сотых.

б) (1 балл) Пусть $v_0 = v_{01}$. Найдите максимальную скорость груза относительно стола. Ответ дайте в м/с , округлите до сотых.

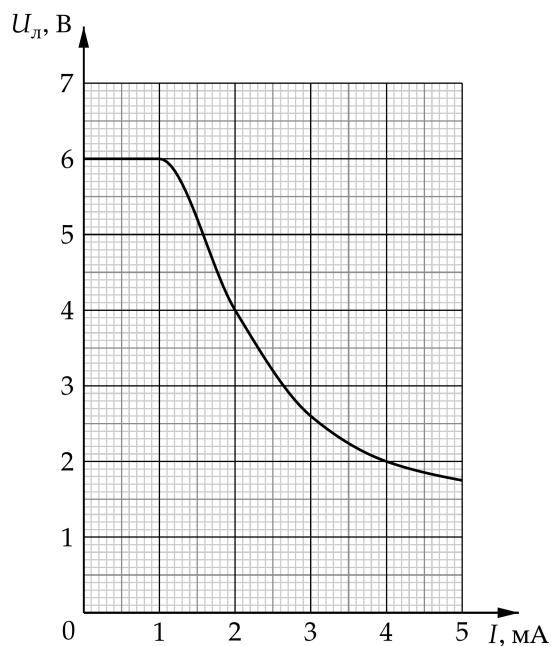
в) (2 балла) Пусть $v_0 = v_{02}$. Найдите максимальное сжатие пружины после удара груза о левую стенку. Ответ дайте в см , округлите до сотых.

4. Шестиугольник с газоразрядной лампой (5 баллов)

Схема показана на рисунке. Батарея и вольтметры идеальные, сопротивления резисторов и напряжение батареи U_0 указаны на рисунке. На отрезке $О6$ включена газоразрядная лампа. Силу тока I через лампу считаем положительной, если ток течёт от O к 6 (стрелка на схеме). Напряжение на лампе $U_{\text{л}} = \varphi_O - \varphi_6$. Изначально лампа погашена и ток через неё не идёт. Если напряжение на погашенной лампе достигает 6 В, она зажигается. Зависимость напряжения $U_{\text{л}}$ от тока I через горящую лампу показана на графике справа от схемы.



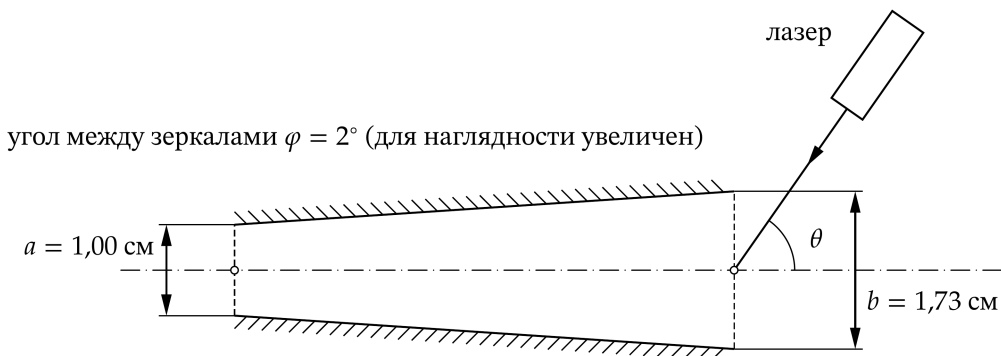
$$U_0 = 54 \text{ В}, \quad R = 3 \text{ кОм}$$



- (1 балл) Найдите показание вольтметра V_1 . Ответ дайте в вольтах, округлите до десятых.
- (2 балла) Найдите показание вольтметра V_2 . Ответ дайте в вольтах, округлите до десятых.
- (2 балла) Найдите силу тока через батарею. Ответ дайте в мА, округлите до десятых.

5. Клин из зеркал (5 баллов)

Два плоских зеркала поставлены отражающими поверхностями друг к другу симметрично относительно оси и не касаются друг друга (рисунок, вид сверху). Узкий луч лазера, лежащий в плоскости рисунка, входит в середину широкой щели под углом θ к оси. В этом варианте $\theta = 30^\circ$.



а) (1 балл) На какой угол изменится направление распространения луча после первых двух отражений по сравнению с направлением входящего луча? Ответ дайте в градусах, округлите до целых.

б) (2 балла) Сколько раз луч отразится от зеркал до выхода из клина? Ответ дайте целым числом.

в) (2 балла) Под каким острым углом к оси клина выйдет луч? Ответ дайте в градусах, округлите до целых.

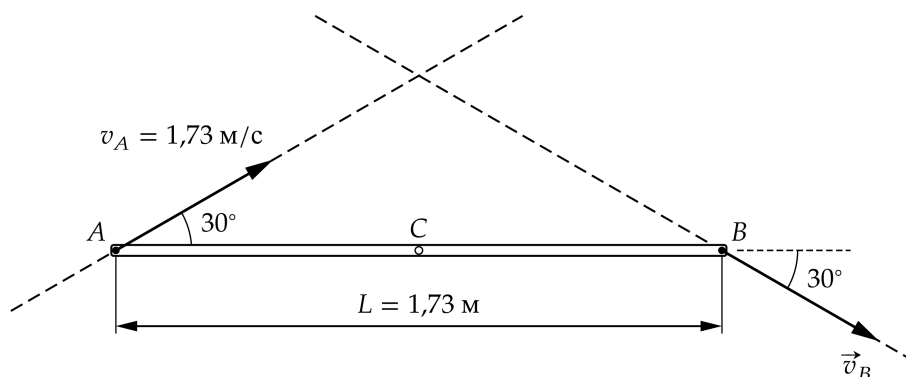
Отборочный тур (25 баллов)

Вариант 3

Время выполнения — 5 часов. **Основные числовые данные задач приведены на рисунках.** При вычислениях используйте приближённые равенства $\sqrt{2} \approx 1,41$, $\sqrt{3} \approx 1,73$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

1. Стержень (5 баллов)

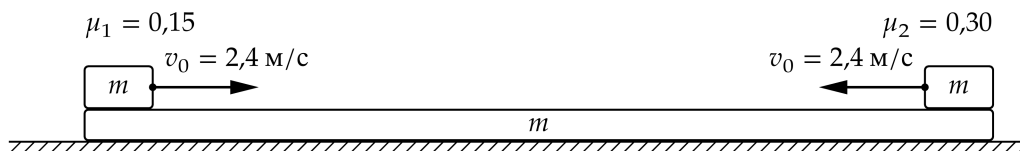
Концы A и B стержня движутся по прямым, показанным на рисунке штриховыми линиями. Скорость конца A постоянна по модулю и направлению. Точка C — середина стержня. Все вопросы относятся к моменту, изображённому на рисунке.



- а) (1 балл) Найдите модуль скорости точки B . Ответ дайте в м/с , округлите до сотых.
- б) (1 балл) Найдите модуль угловой скорости стержня. Ответ дайте в рад/с , округлите до десятых.
- в) (1 балл) Найдите модуль проекции ускорения точки B на направление стержня. Ответ дайте в м/с^2 , округлите до десятых.
- г) (2 балла) Найдите модуль ускорения точки B . Ответ дайте в м/с^2 , округлите до десятых.

2. Доска и две шайбы (5 баллов)

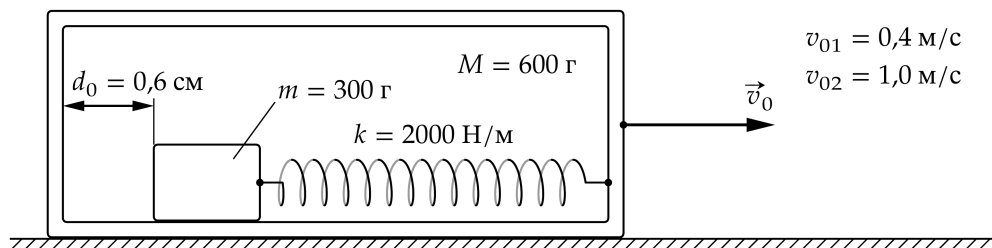
На гладком горизонтальном столе покоится длинная доска, у её концов лежат две маленькие шайбы. Массы доски и шайб одинаковы. В некоторый момент шайбам одновременно сообщают скорости, направленные вдоль доски навстречу друг другу. Коэффициенты трения скольжения левой (1) и правой (2) шайб о доску указаны на рисунке. Трения покоя достаточно, чтобы после прекращения скольжения шайба двигалась вместе с доской. Все тела движутся поступательно, шайбы не опрокидываются, не покидают доску и не сталкиваются. Размерами шайб можно пренебречь.



- (1 балл) Найдите модуль ускорения доски, пока обе шайбы скользят по ней. Ответ дайте в м/с^2 , округлите до десятых.
- (1 балл) Через некоторое время правая шайба перестаёт проскальзывать по доске. Найдите модуль скорости доски в этот момент. Ответ дайте в м/с , округлите до десятых.
- (2 балла) На какое расстояние сместится доска относительно стола за всё время движения? Ответ дайте в метрах, округлите до сотых.
- (1 балл) Через какое время после начала движения все тела остановятся? Ответ дайте в секундах, округлите до десятых.

3. Коробка с грузом (5 баллов)

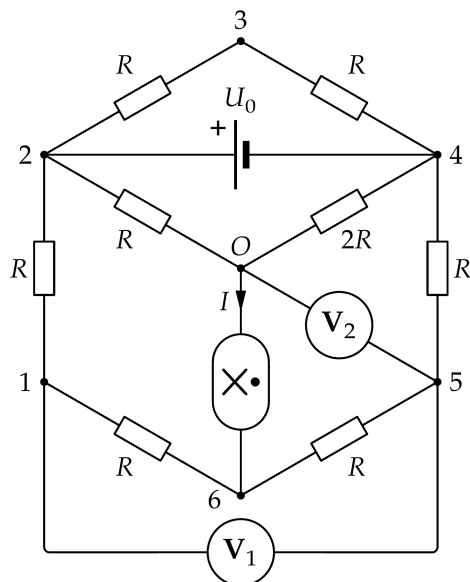
Коробка может без трения скользить по горизонтальному столу. Внутри неё на гладком дне лежит груз, прикрепленный пружиной к правой стенке. Пружина не деформирована. Коробке ударом сообщают скорость v_0 , направленную вправо. Удар груза о левую стенку (если он происходит) мгновенный и абсолютно упругий. Начальный зазор d_0 между грузом и левой стенкой указан на рисунке. Груз не касается правой стенки. При $v_0 = v_{01}$ груз не касается стенок, а при $v_0 = v_{02}$ ударяется о левую.



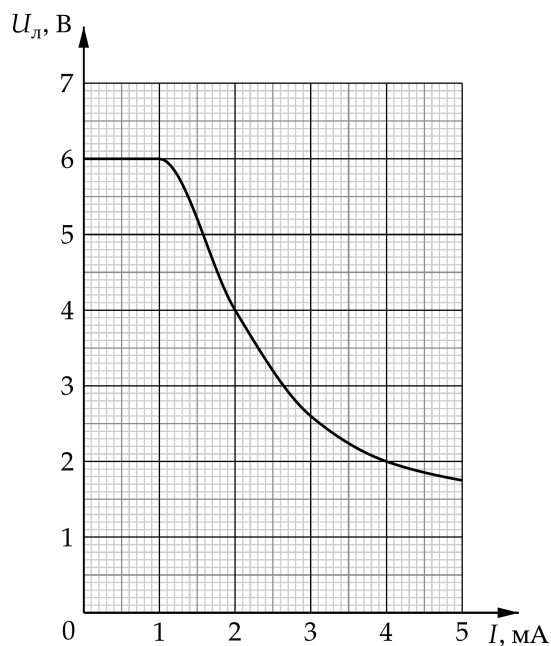
- (1 балл) Пусть $v_0 = v_{01}$. Найдите максимальную скорость груза относительно стола. Ответ дайте в м/с , округлите до сотых.
- (2 балла) При какой наименьшей скорости v_0 груз коснётся левой стенки? Ответ дайте в м/с , округлите до сотых.
- (2 балла) Пусть $v_0 = v_{02}$. Найдите максимальное сжатие пружины после удара груза о левую стенку. Ответ дайте в см , округлите до сотых.

4. Шестиугольник с газоразрядной лампой (5 баллов)

Схема показана на рисунке. Батарея и вольтметры идеальные, сопротивления резисторов и напряжение батареи U_0 указаны на рисунке. На отрезке $О6$ включена газоразрядная лампа. Силу тока I через лампу считаем положительной, если ток течёт от $О$ к 6 (стрелка на схеме). Напряжение на лампе $U_{\text{л}} = \varphi_O - \varphi_6$. Изначально лампа погашена и ток через неё не идёт. Если напряжение на погашенной лампе достигает 6 В, она зажигается. Зависимость напряжения $U_{\text{л}}$ от тока I через горящую лампу показана на графике справа от схемы.



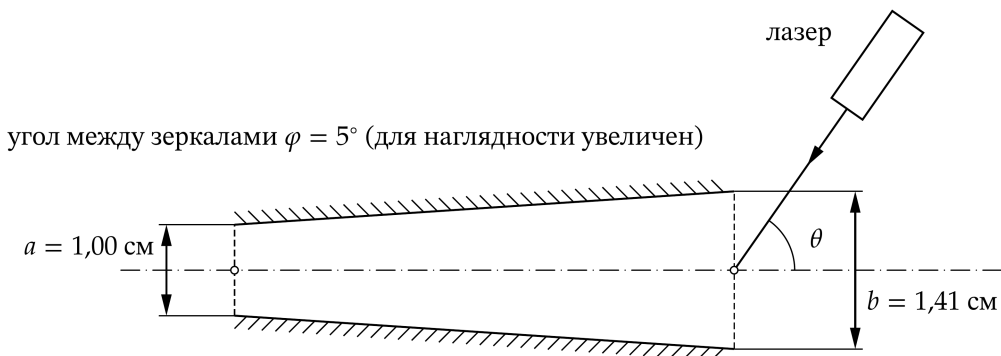
$$U_0 = 60 \text{ В}, \quad R = 3 \text{ кОм}$$



- (1 балл) Найдите показание вольтметра V_1 . Ответ дайте в вольтах, округлите до десятых.
- (2 балла) Найдите показание вольтметра V_2 . Ответ дайте в вольтах, округлите до десятых.
- (2 балла) Найдите силу тока через батарею. Ответ дайте в мА, округлите до десятых.

5. Клин из зеркал (5 баллов)

Два плоских зеркала поставлены отражающими поверхностями друг к другу симметрично относительно оси и не касаются друг друга (рисунок, вид сверху). Узкий луч лазера, лежащий в плоскости рисунка, входит в середину широкой щели под углом θ к оси. В этом варианте $\theta = 50^\circ$.



а) (1 балл) На какой угол изменится направление распространения луча после первых двух отражений по сравнению с направлением входящего луча? Ответ дайте в градусах, округлите до целых.

б) (2 балла) Сколько раз луч отразится от зеркал до выхода из клина? Ответ дайте целым числом.

в) (2 балла) На какой угол повернётся луч относительно первоначального направления? Ответ дайте в градусах, округлите до целых (180° означает, что луч пойдёт обратно).