



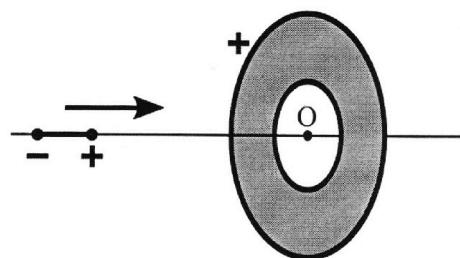
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-03

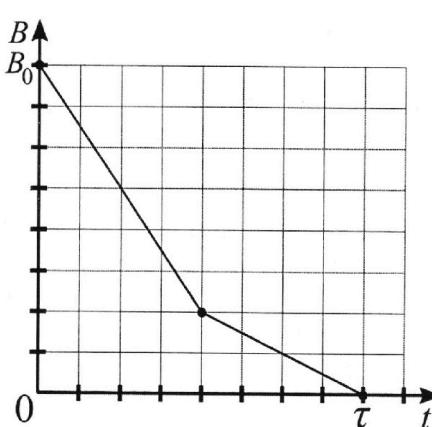
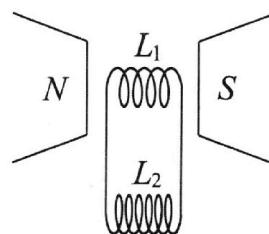
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполю сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



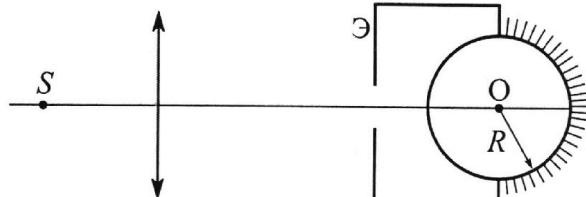
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.



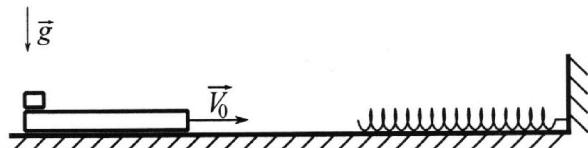
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

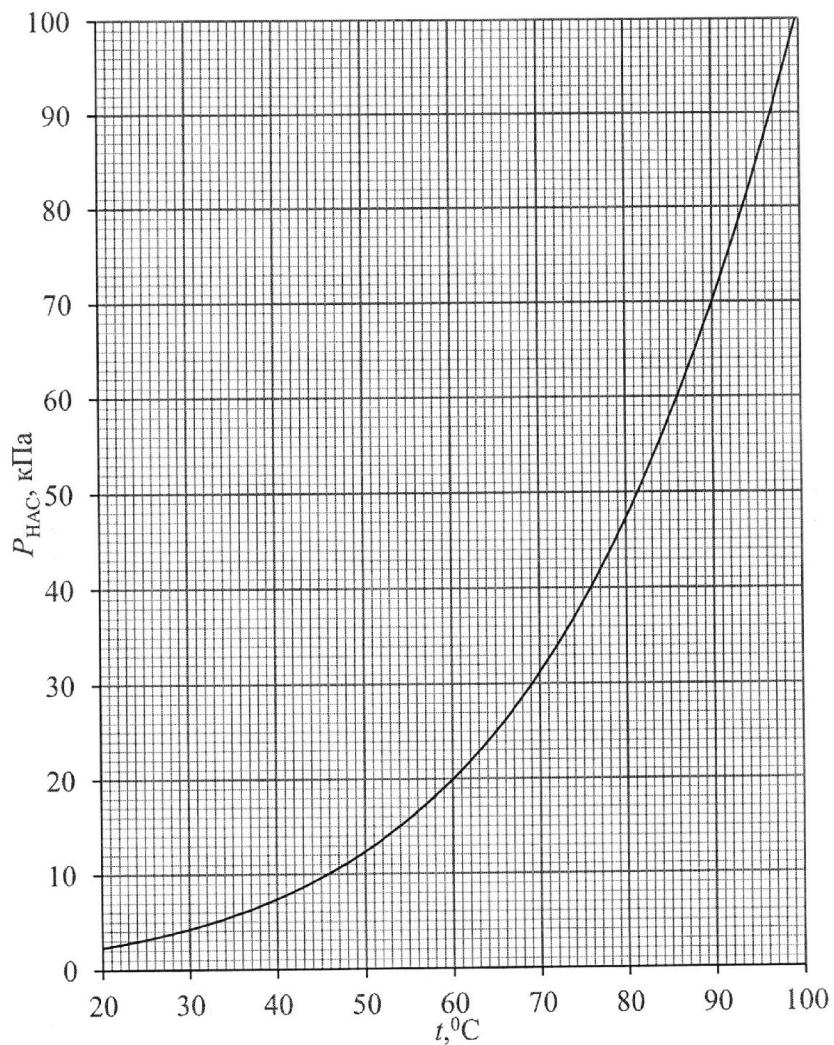


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °C и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °C. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °C.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





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!

Дано:

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\dot{S}_0 = 1 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$K = 36 \text{ Н/м}$$

$$\mu = 0,3$$

$$\pi \approx 3$$

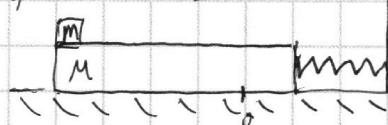
$$x = ?$$

$$t_1 = ?$$

$$a = ?$$

Решение:

1) $\rightarrow x$



Введём ось x
по направлению движения
брюска.

Зададим 2 закона Ньютона на ось
 x для бруска и доски:

брюску: $F_{\text{ма.}} = -\mu mg$ (Сила трения
брюска против - μmg , т.к. $N = mg$, а $F_{\text{Н}} = \mu N$,
и направлена против оси x).
доска: $-Ma_2 = kx - \mu mg$, где

a_1 и a_2 - ускорение бруска и доски соответственно.
Сила трения препятствует относительному движению
брюска по доске, но в какой-то момент она
не способна сдерживать движение бруска. В критический
момент: $a_1 = a_2$ (в последний раз, далее $a_1 \neq a_2$).

Одн:

$$kx_1 = \mu mg + \mu Mg = \mu g(m+M), \text{ где } x_1 -$$

- сжатие пружины в указанный момент, т.к. x_0 -
положение ~~неравнотянутой~~ пружины, было принять за 0.

Тогда: $x_1 = \frac{\mu g(m+M)}{k} = 0,25 \text{ м}$

2) под начало относительного движения бруска система
свернётся колебания. Уравнение: $(M+m)\ddot{x} + kx = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}}$, где ω - циклическая частота,
 T - период колебаний.

Найдём ω , вследствие чего в момент начала отн.

движения по закону сохранения энергии:

$$\frac{(M+m)\dot{S}_0^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} + \frac{(M+m)\dot{S}_1^2}{2}, (M+m)\dot{S}_0^2 = \frac{M^2 g^2 (M+m)}{k} + (M+m)\dot{S}_1^2$$

$$\dot{S}_1^2 = \dot{S}_0^2 - \frac{M^2 g^2 (M+m)}{k} \Rightarrow \dot{S}_1 = \sqrt{\dot{S}_0^2 - \frac{M^2 g^2 (M+m)}{k}}$$

Нарисуем фазовую прямую получившихся колебаний:
координатах $\frac{x}{\dot{x}}(x)$:

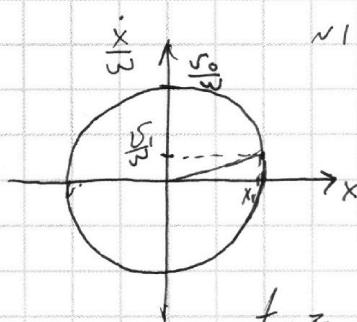


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



№1 (продолжение)

Тогда из рисунка очевидно, что исканое время t_1 (от момента с пружиной до начала отбрасывания) равно:

$$t_1 = \frac{T}{4} - \frac{T}{2\pi} \cdot \arctg\left(\frac{v_0}{\omega x_0}\right) =$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{M+m}{k}} \left(\frac{\pi}{2} - \arctg \sqrt{\frac{v_0^2 \cdot (M+m) \cdot k^2}{k \cdot \mu^2 g^2 (M+m)^2} - \frac{k^2 \mu^2 g^2 (M+m)}{k^2 \cdot (M+m) \cdot \mu^2 g^2}} \right) \\ &= \sqrt{\frac{M+m}{k}} \left(\frac{\pi}{2} - \arctg \sqrt{\frac{v_0^2 \cdot k}{\mu^2 g^2 (M+m)} - 1} \right); \text{ Подставив числа,} \\ &\text{получим, что } \arctg \sqrt{\frac{v_0^2 \cdot k}{\mu^2 g^2 (M+m)} - 1} = \frac{\pi}{6}, \text{ тогда:} \end{aligned}$$

$$t_1 = \frac{3}{36} \cdot \frac{\pi}{3} \approx \frac{\sqrt{3}}{6}$$

$$3) \text{ Ответ: 1) } 0,125 \text{ м; 2) } t_1 = \frac{\sqrt{3}}{6} \text{ с}$$



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

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

Dано:

$$t_0 = 97^\circ\text{C}$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{3}$$

$$p_0 = 105 \text{ kPa}$$

$$t = 33^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{н.н.}} = ?$$

$$t^* = ?$$

$$\frac{V}{V_0} = ?$$

№ 2

Решение:

1) Будем исчислять температуру по Ирваке Кельвина, для этого:

$$T_0 = t_0 + 273 = 370 \text{ K}, \text{ где } T_0 - \text{абс. темп. в начальне процесса.}$$

$T_1 = t^* + 273$, где T_1 - абс. темп. при начале конденсации.

$$T_2 = t + 273 = 306 \text{ K}, \text{ где } T_2 - \text{абс. темп. в конечном момент.}$$

$$\varphi_0 = \frac{P_{\text{н.н.}}}{P_{\text{н.н.}}(T_0)}, \text{ где } P_{\text{н.н.}} - \text{давление пара (пару-} \\ \text{щальное) при } T_0 \text{ в начале процесса; } P_{\text{н.н.}}(T_0) - \text{давление}$$

насыщенного пара при T_0 . Из графика: $P_{\text{н.н.}}(T_0) \approx 99,9$ кПа. $\Rightarrow P_{\text{н.н.}} = p_0 P_{\text{н.н.}}(T_0) \approx 30,3 \text{ kPa}$

2) Запишем уравнения Менделеева - Клапейрона для различных шариков, определив которые можно по Т.

$$P_{B1}V_0 = V_1 RT_0; P_{n.n.}(T_0) = V_2 RT_0, \text{ где } P_{B1} - \text{начальное} \\ \text{наружальное давление воздуха; } V_0 - \text{начальный объём.}$$

$$P_{B2}V_1 = V_1 RT_1; P_{n.n.}(T_1)V_1 = V_2 RT_2, \text{ где } P_{B2} - \\ \text{- начальное наружальное давление воздуха в момент} \\ \text{начала конденсации; } P_{n.n.}(T_1) - \text{р. насыщенного пара при } T_1; \\ T_1 - \text{Т при начале конденсации; } V_1, V_2 - \text{количество} \\ \text{вещества воздуха в сосуде; } V_2 - \text{начальное количество} \\ \text{того вещества воздуха в сосуде (в амплите паров её).}$$

Поскольку пары несущим, то: $P_0 S = P_{B1}S + P_{n.n.}(T_0)S$, где S - площадь парения (в этот фрагменте ~~под~~ самое **большее** давление приведено к P_0 и расписано последнее).

$$P_0 S = P_{B2}S + P_{n.n.}(T_1)S - аналогичные рассуждения.$$

Тогда, преобразуя полученные выражения, получаем:

$$\frac{P_0 - P_{n.n.}(T_1)}{P_{n.n.}(T_1)} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_{B1}}{P_{n.n.}} = \frac{P_0 - P_{n.n.}}{P_{n.n.}}, \text{ тогда:}$$

$$P_{n.n.}(T_1) = P_{n.n.} - P_0 = 30,3 \text{ kPa} \Rightarrow t^* \approx 69,3^\circ\text{C} (\text{из графика})$$



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

3) Запишем уравнение состояния из. газа для количества:

$P_{B,3} V = J_1 R T_2$, где $P_{B,3}$ - давление воздуха в купе;
 T - температура воздуха в купе.

$P_{a.m.}(T_2) V_2 = J_3 R T_2$, где $P_{a.m.}(T_2)$ - давление насыщ. пара при T_2 ; V_2 - количество вещества воды в газообразном состоянии в купеческий момент.

Т.к. в салоне и наруж., то будет давление насыщенных паров. Помимо испарения: $\Rightarrow P_{B,3} + P_{a.m.}(T_2) = P_0$

$$P_{a.m.}(T_2) = 5 \text{ кПа} - влажность$$

Поделим уравнение состояния для воздуха в купе, момент и б) количеством:

$$\frac{\frac{V_2}{V_0}}{\frac{P_0 - P_{a.m.}(T_2)}{P_{B,3}}} = \frac{T_2}{T_0} \Rightarrow \frac{\frac{V_2}{V_0}}{\frac{P_0 - P_{a.m.}(T_2)}{P_0 - P_{a.m.}(T_2)}} = \frac{T_2}{T_0} \cdot \frac{P_0 - P_{a.m.}(T_2)}{P_0 - P_{a.m.}(T_2)} =$$

$$= \frac{306}{370} \cdot \frac{14,4}{\cancel{250} 100} =$$

$$\text{Ответ: 1) } 30,3 \text{ кПа} \quad 2) t^* = 69,3^\circ\text{C}$$

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.



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

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!

Дан:

$$V_0; V_1 = \frac{3\sqrt{5}}{2}$$

$$V_2 - ?$$

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} - ?$$

Зад:

$$\frac{m V_0^2}{2} = W_0 - \text{запуски со скоростью } V_0$$

Зад:

$$\frac{m V_0^2}{2} = W_0 + \frac{m V_2^2}{2} = \frac{g}{u} \cdot m \frac{V_0^2}{2}, \text{ где } m - \text{масса ганца,}$$

$$V_2 = \frac{\sqrt{5}}{4} V_0 \Rightarrow V_2 = \frac{\sqrt{5}}{2} V_0$$

$$\text{В. 2) } V_{max} \text{ на } p = \infty = \frac{3}{2} V_0$$

$$V_{min} = V_2$$

$$\frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{\frac{3}{2} V_0}{\frac{\sqrt{5}}{2} V_0} = \frac{3}{\sqrt{5}}$$

$$\text{Отв: 1) } \frac{\sqrt{5}}{2} V_0; 2) \frac{3}{\sqrt{5}}$$

№ 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
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!

n 4

Дано: B_0, T, L_1, L_2
 L_1, S_1, n
 $y_0 = ?$
 $q = ?$

Решение:

1) При выполнении поля достаточно двухровне поток сопротивления (суммарный):

$$B_0 S_1 n = y_0 (L_1 + L_2) = q L_1 y_0, \text{ где } y_0 -$$

- нач. ток.

$$y_0 = \frac{B_0 S_1 n}{q L_1}$$

2) Площадь под графиком $q^0(t)$ есть изменение потока за время t , где q^0 - поток линии поля, t - время. Тогда:

$$(L_1 + L_2) y = q^0; (L_1 + L_2) y dt = q^0 dt;$$

$$(L_1 + L_2) \int_0^t q = \int q^0 dt; (L_1 + L_2) q = q^0 t = S_{\text{ног}}.$$

графиком (указанием).

Тогда до изменения силы поля в промежутке времени q_1 , после $-q_2$:

$$(L_1 + L_2) q_1 = S_1 n \cdot \frac{6}{8} B_0 \cdot \frac{4}{8} T \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{16} B_0 S_1 n T$$

$$q_1 = \frac{3}{64} \frac{B_0 S_1 n T}{L_1}$$

$$(L_1 + L_2) q_2 = S_1 n \cdot \frac{4}{8} B_0 + \frac{4}{8} T \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow q_2 = \frac{1}{64} \frac{B_0 S_1 n T}{L_1}$$

$$q_1 + q_2 = \frac{4}{64} \frac{B_0 S_1 n T}{L_1} = \frac{1}{16} \frac{B_0 S_1 n T}{L_1}$$

одинаковый заряд, протекший
через L_1

$$\text{Ответ: } \frac{1}{16} \frac{B_0 S_1 n T}{L_1} = q; y_0 = \frac{B_0 S_1 n}{q L_1}$$

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



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

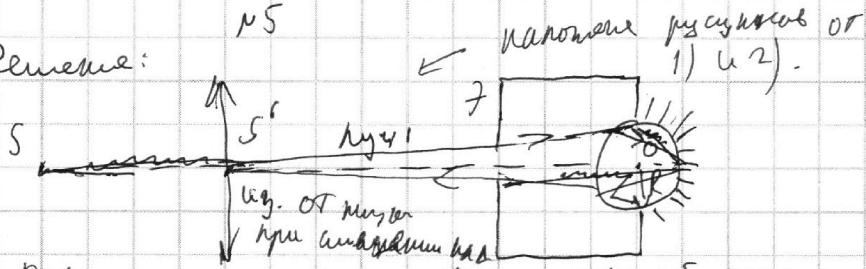
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

Дано:
 $a = 1,1F$
 $b = 10,5F$
 $\Delta = 5,5F^2$
 $R = ?$
 $n = ?$

Решение:

1)



Для линзы 1: изображение f_1 - n раз больше предмета S :

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}; \text{ где } f_1 - \text{изображение линз.}$$

Система из линз:

$$f_1 = \frac{aF}{a-F} = \frac{14,1F}{0,1F} = 141F$$

Тогда изображение источника, создаваемое линзой 1 и зеркалом, от изображения линзой 2 должно ~~быть~~ совпадать с предметом: тогда:

изображение от линзы лежит в плоскости зеркала, ведь тогда изображение предмета лежит на линзе.

$$\text{Тогда: } R = 141F - 10,5F = 13,5F$$

2) Условие будет выполнено, если линза 1, используемая для изображения S' , образующая изображение, будет отражаться от зеркальных поверхности в точке на расстоянии от оптической линзы n раз больше предмета и зеркало не нужно предложить на линзу и плоскость параллельна плоскости предмета.

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{f} \right) \Rightarrow f = \frac{R}{n-1}$$

изображение от падающего луча.

Тогда:

$$\frac{1}{F} + \frac{1}{f} = \frac{n-1}{R}, \text{ где } f - \text{внешнее изображение, присущее линзе } S'$$

$$f = 2R + 2RF \frac{n-1}{R} = F \frac{2n-1}{n}$$

$$\frac{1}{F} + \frac{n}{R(n-1)} = \frac{2(n-1)}{R}; 7n-1 = 10n^2 - 30n + 20$$

$$10n^2 - 37n + 21 = 0$$

Приближенное значение $n = 2R = \frac{h-1}{2} = \frac{h-1}{n}$



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!

$$h = \frac{37 \pm 23}{20} = \begin{cases} \frac{7}{10} \\ h.u., T.h. F_1 > 0, \cancel{F_2} \end{cases}$$

(где: 1) $R = \frac{F}{2}$; 2) $n = 3$.

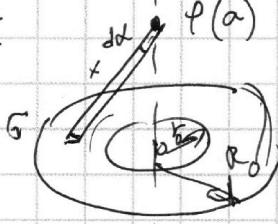
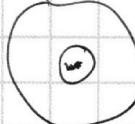
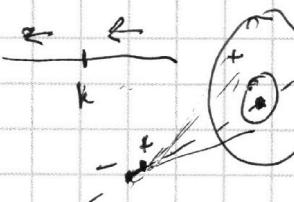


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

$\rho = \frac{kq}{R}$ $\varphi(a)$ $d\rho = \rho(\varphi(a); \theta)$ $a = \sqrt{r^2 + a^2} ; \theta = \arctan \frac{a}{r}$

 $d\rho = \frac{5 \cdot 2\pi r \cdot k \cdot \sqrt{r^2 + a^2} d\theta}{\sqrt{r^2 + a^2}} = \frac{\cos \theta \frac{5k}{R}}{\cos \theta + \frac{a^2}{r}}$
 $\tan \theta = \frac{a}{r}$
 $\tan \theta = \frac{R}{a}$
 $\varphi(a) = \int_{0}^{2\pi} k \cos \theta \tan \theta d\theta = k \pi \sigma a \int_{0}^{2\pi} \tan \theta d\theta$
 $\int \tan \theta d\theta = \int \frac{\sin \theta d\theta}{\cos \theta} = - \int \frac{d(\cos \theta)}{\cos \theta} = \int \frac{d(1 + \cos \theta)}{\cos \theta} = \int \frac{dx}{x} = \ln |x|$
 $= - \int \frac{dx}{x} = - \ln x = - \ln \cos \theta$
 $\varphi(a) = k \pi \sigma a (\ln \cos_0 - \ln \cos_1) = k \pi \sigma a \ln \frac{\cos_0}{\cos_1}$

 $\varphi(0) = \int_{r}^{R} \frac{k \sqrt{2\pi} x \cdot dX}{x} = \int_{r}^{R} k \sqrt{2\pi} dx = 2k \sqrt{\pi} (R - r)$

 362:
 $\frac{m \cdot \delta}{2} = W_0$
 363:
 $\frac{g}{4} \frac{m \sqrt{v_0^2}}{2} = m v_0 + \frac{mv^2}{2}$
 $\frac{g}{4} m \sqrt{v^2} = mv_0 + \frac{mv^2}{2}$
 $v_i^2 = \frac{5}{4} v_0^2$
 i) $v_i = \frac{\sqrt{5}}{2} v_0$
 $\frac{v_{max}}{v_{min}} = \frac{3}{\sqrt{5}} = \frac{3}{\sqrt{5}}$

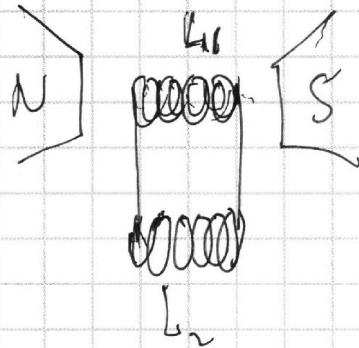


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



№4

$$B_0 h S_1 = \Phi_0$$

$$\Phi_0 = \Phi_1$$

$$B_0 h S_1 = \Phi_1 (L_1 + L_2)$$

$$1) \quad \Phi_0 = \frac{B_0 h S_1}{L_1 + L_2} = \frac{B_0 h S_1}{4L_1}$$

$$2) \quad (L_1 + L_2) \dot{\Phi}_0 - \frac{d\Phi_0}{dt} = - \frac{\frac{3}{2} B_0}{\frac{1}{2} \pi r^2} = - \frac{3}{2} \frac{B_0}{r^2}$$

$$(L_1 + L_2) \frac{d\Phi_0}{dt} = - \frac{d\Phi_0}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \dot{\Phi}_0 = - \frac{d\Phi_0}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \dot{\Phi}_0 = (L_1 + L_2) \Phi_0 \frac{dq}{dt} = - \frac{d\Phi_0}{dt}$$

$$L_1 + L_2 \cdot q_L \cdot q = S_1 n \cdot \frac{6}{8} B_0 \cdot \frac{4\pi}{8} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= S_1 n \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} B_0 T$$

$$q_1 = \frac{3}{64} \frac{B_0 S_1 n T}{L_1}$$

$$4L_1 \cdot q_2 = S_1 n \cdot \frac{1}{4} B_0 \cdot \frac{1}{2} T_B \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow q_2 = \frac{1}{64} \cdot \frac{B_0 S_1 n T}{L_1}$$

$$q = q_1 + q_2 = \frac{1}{64} \frac{B_0 S_1 n T}{L_1} = \frac{1}{16} \frac{B_0 S_1 n T}{L_1}$$

Спасибо за
решение №4
и за помощь.

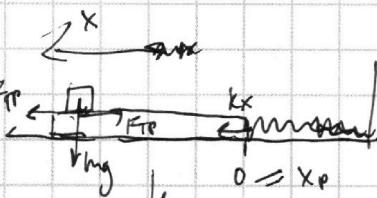


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



N1

ma, сумма

$$-kx - \mu mg = Ma_x \quad \text{Направл}$$

Крит. точки: начальний, конец $a_1 = a_2$:

$$-kx_1 - \mu mg + \mu Mg = \mu g(m+M)$$

$$1) x_1 = -\frac{\mu g(M+m)}{k} = \frac{1}{4}m \quad \text{3чт:}$$

$$(M+m)x'' + kx = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}}$$

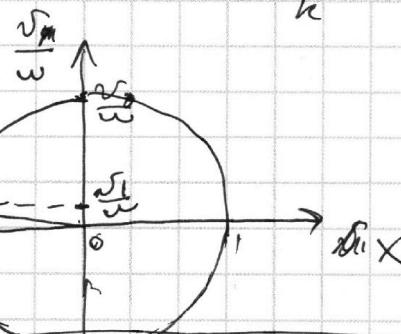
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}}$$

$$2) t_1 = \frac{T}{4} = \frac{T}{2\pi} \cdot \arctg\left(\frac{\omega_1}{\omega|x_1|}\right)$$

$$\frac{(M+m)\omega^2}{2} = \frac{kx_1^2}{2} + \frac{(M+m)v^2}{2}$$

$$\frac{(M+m)\omega^2}{2} = \frac{\mu^2 g^2 (M+m)^2}{k} + (M+m)\omega^2$$

$$\omega^2 - \frac{\mu^2 g^2 (M+m)^2}{k} = \omega_1^2$$



$$= \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M+m}{k}} \left(\frac{\pi}{2} - \arctg \left(\frac{\omega_1^2 + (M+m) \cdot k^2 + k^2 \cdot \mu^2 g^2 / (M+m) / (M+m)}{k \cdot \mu^2 g^2 / (M+m)} \right) \right)$$

$$= \sqrt{\frac{M+m}{k}} \left(\frac{\pi}{2} - \arctg \left(\frac{\omega_1^2 k}{\mu^2 g^2 / (M+m)} - \cancel{(M+m)} \right) \right) = \frac{\sqrt{3}}{6} \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} \right) =$$

$$3) -kx_2 - \mu mg = Ma_g \quad \left. \begin{array}{l} \sqrt{\frac{1}{3}} = \arctg \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{\pi}{6} \\ \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{6} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \end{array} \right\}$$

$\ddot{m}x + kx + \mu mg = 0$ $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ - дробь сократить.

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$v_{max}^2 = \omega_1^2 A^2; v_1 = \omega_1 A \cdot \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$$

$$a_{max} = \omega_1^2 A$$

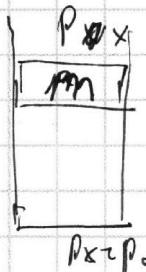


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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



$$P_1 = \frac{1}{3} - \frac{P_{\text{atm}}}{P_{\text{atm}}(T_0)} \xrightarrow{V_2} P_{\text{atm}}(T_0) = 99 \mu\text{Pa}$$

$$P_{B1} V_0 = J_1 R T_0$$

$$P_{B1} V_0 = J_2 R T_0$$

$$\downarrow P_{h,1} = 30,2 \mu\text{Pa}$$

$$P_{B1} = P_0 - P_{h,1}$$

$$P_{B2} V_1 = J_1 R T_1$$

$$P_{B2} + P_{\text{atm}}(T_1) = P_x = V_1 / P_{\text{atm}}(T_1) \approx J_2 R T_1$$

$$= P_0$$

$$(P_0 - P_{\text{atm}}(T_1)) V_1 \neq J_2 R T_1$$

$$\frac{P_0 - P_{\text{atm}}(T_1)}{P_{\text{atm}}(T_1)} = \frac{J_1}{J_2} = \frac{P_{B1}}{P_{B2}} = \frac{P_0 - P_{h,1}}{P_{h,1}}$$

$$\frac{P_0}{P_{\text{atm}}(T_1)} - 1 = \frac{P_0}{P_{h,1}} = 1$$

$$2) P_0 / P_{\text{atm}}(T_1) < P_{h,1} = 30,2 \mu\text{Pa} \Rightarrow T_1 \approx 69,3^\circ\text{C} < t^*$$

$$P_{B3} V_2 = J_1 R T_1 \quad P_{\text{atm},3} \text{ Т.к. } 6 \text{ выше } 6$$

$$P_{\text{atm},3} V_2 = J_3 R T_1 \quad \text{сейчас есть гидростат}$$

$$P_{B3} + P_{\text{atm},3} = P_0$$

$$P_{\text{atm},3}(T) = 5 \mu\text{Pa}$$

~~$$\frac{P_0 - P_{\text{atm},3}(T)}{(P_0 - P_{\text{atm},3}(T_0)) V_0} = \frac{J_1}{J_3}$$~~

$$P_{B3} = P_0 - P_{\text{atm},3}(T)$$

$$T = 273 + 83 = 356$$

$$T_0 = 273 + 97 = 370$$

$$\frac{V_2}{V_0} = \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{P_0 - P_{\text{atm},3}(T_0)}{P_0 - P_{\text{atm},3}(T)} = \frac{83}{370} \frac{306}{370} \frac{14,4}{100} \approx$$

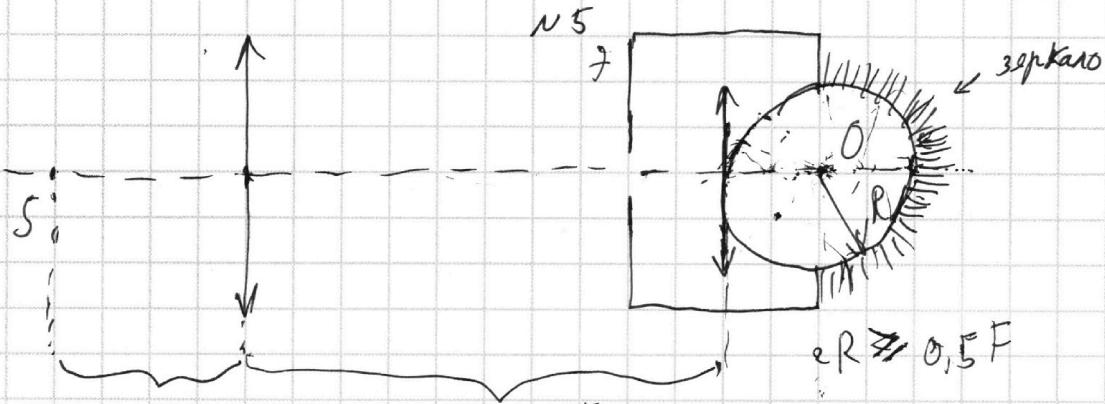


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

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!



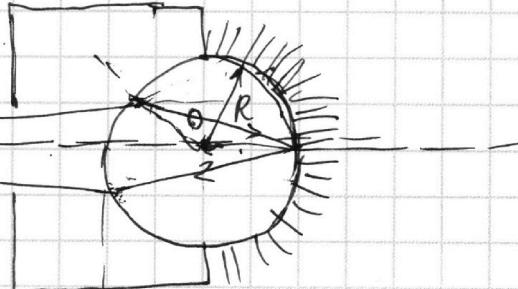
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \quad 10,5F$$

$$n-1 = 1,5 \quad \text{не нужно}$$

$$f_1 = \frac{aF}{a-F} = \frac{9,1F^2}{0,1F} = 11F$$

1) $\frac{1}{2}F = R$ (т.к. ист. дальше сферы (номер 2)
— изображение это совпадет с изображением ист.).

2)



$$\frac{1}{R} = n\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{f}\right)$$

$$F_1 = \frac{R}{n-1}$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{R} - \frac{1}{f} = \frac{1}{R(n-1)} \\ & \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R(n-1)} + \frac{1}{f} \\ & \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R(n-1)} + \frac{1}{f} \end{aligned}$$

$$f = 2R + 2R \frac{(n-1)}{n} = 2 \frac{n-1}{n} R$$

$$\frac{1}{R(n-1)} = \frac{1}{5R} + \frac{n}{2(n-1)} = \frac{2(n-1)}{R}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{5R} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{n}{2(n-1)} = \frac{2(n-1)}{R}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{n}{2(n-1)} = \frac{2(n-1)}{R}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{n}{2(n-1)} = \frac{2(n-1)}{R}$$



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
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!

№5

$$\frac{1}{5n} + \frac{n}{2n-1} = 2n-2$$

$$\frac{2n-1+5n}{5(2n-1)} = 2n-2$$

$$7n-1 = 10n^2 - 30n + 20$$

$$10n^2 - 37n + 21 = 0$$

$$D = 1369 - 40 \cdot 21 = 1369 - 840 = 529 = 23^2$$

$$n = \frac{37 \pm 23}{20} = \left[\frac{7}{3} = 0,7, n, v, t, u, F, \geq 0, a \right] \text{ Так получится}$$