



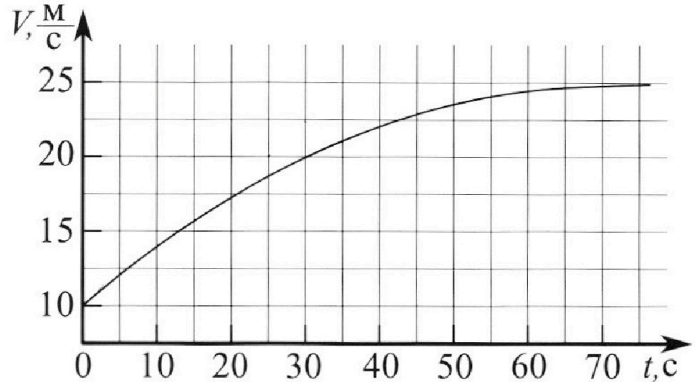
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

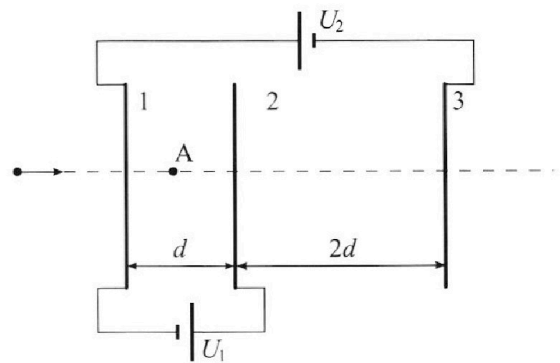
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{АТМ}}/2$ ($P_{\text{АТМ}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

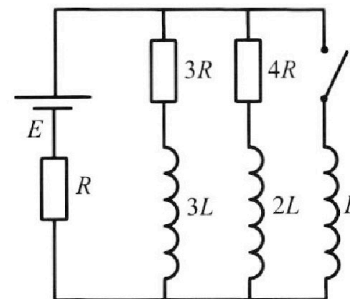
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

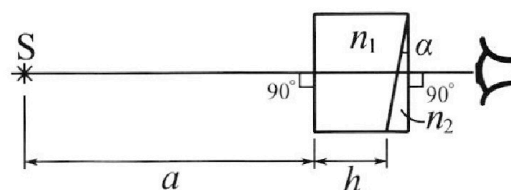


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



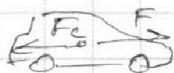
Так как ускорение - это производная от скорости,
тогда для поиска кас в точке $t=0$ нужно взять ускор.

Так как линейку прикрепить было нельзя и писать
на условиях запрещено, ответ будет от руки в столбик

$$a = \frac{22,5 - 10}{30} = \frac{12,5}{30} = \frac{2,5}{6} = \frac{0,5}{1,2} = \frac{5}{12} \text{ м/с}^2$$

1) Ответ: $\frac{5}{12} \text{ м/с}^2$

2) По 2-му ЗН
 $F_0 - F_c = ma_0$



$$F_0 = F_c + ma_0$$

$$F_c = kV$$

$$F_0 = kV + ma_0$$

В конце разгона $a=0$

$$F_0 = kV$$

$$F_0 = kV_0$$

$$V_0 = 25 \text{ м/с}$$

$$k = \frac{600 \text{ Н} \cdot \text{с}}{25 \text{ м}} = 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$F_0 = k \cdot V_0 + ma_0 = 24 \cdot 10 + \frac{500 \cdot 5}{12} = 240 + \frac{500 \cdot 5}{12}$$

$$= 240 + 125 \cdot 5 = 240 + 625 = 865 \text{ Н}$$

2) Ответ: 865 Н

$$P = F \cdot V$$

$$P_0 = F_0 V_0 = 865 \cdot 10 = 8650 \text{ Вт}$$

Ответ: 8650 Вт

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{P_0 \cdot V}{2} = \nu_{\text{ке}} R T_0 \quad \frac{P_0 V}{4} = \nu_{\text{с}} R T_0 \quad \Delta \nu = k \frac{P_0 V}{4}$$

$$\frac{P_0 V}{4} = \nu_{\text{с}} R T_0 = \frac{\nu_{\text{ке}} R T_0}{2} \quad \nu_{\text{ке}} = 2 \nu_{\text{с}} \quad \frac{\nu_{\text{ке}}}{\nu_{\text{с}}} = 2$$

1) Ответ: 2

$$\nu_{\text{с}} = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{P_2 \cdot V}{5} = \nu_{\text{ке}} R T$$

$$P_2 \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) = P_0 \cdot \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) + (\nu_{\text{с}} + \Delta \nu) R T$$

$P_0 = P_{\text{атм}}$ (давление нас паров при $T = 373\text{K}$, *всего перешел испар.*)

$$P_{\text{атм}} = 2 P_0$$

$$P_0 = 2 P_0$$

$$\frac{P_2 \cdot V}{5} = \nu_{\text{ке}} R T$$

$$\frac{P_0 V}{2} = \nu_{\text{ке}} R T_0 \quad \frac{5T}{2T_0} = \frac{P_2}{P_0}$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20} V = 2 P_0 \cdot \frac{11}{20} V + \frac{P_0 V \cdot R T}{4 R T_0} + k \frac{P_0 V}{4} \cdot (R T)$$

$$R T = 8 = 3 \cdot 10^3$$

Разделим на $P_0 V$

$$\frac{P_2}{P_0} \cdot \frac{11}{20} = \frac{11}{10} + \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{kx}{4}$$

$$\frac{5T}{2T_0} = x \quad \frac{5}{2} x \cdot \frac{11}{20} = \frac{11}{10} + \frac{1}{4} x + \frac{kx}{4}$$

$$\frac{9}{8} x = \frac{kx}{4} + \frac{11}{10} \quad x = \frac{2kx}{9} + \frac{44}{45} = 2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 + \frac{44}{45}$$

$$= \frac{15}{45} + \frac{44}{45} = \frac{59}{45} \quad 2) \text{ Ответ: } \frac{59}{45}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

E_1 — поле n -го заряда

E_2 — поле q

$$E_1 = U_1/d = Ud$$

$$E_2 = U_2/d = Ud$$

$$E_{1-2} = E_1 - E_2$$

$$E_{1-2} = E_1 - E_2 = -Ud \quad (\text{здесь минус, т.к. одно направление})$$

$$F = qE_{1-2} = ma$$

$$a = -\frac{q \cdot Ud}{m}$$

$$|a| = \frac{qUd}{m}$$

1) Ответ: $\frac{qUd}{m}$

$F = qUd$. Т.к. поле вне n заряда равно нулю, то работа силы F при перемещении q на расстояние d будет равна $A_F = F \cdot d = qUd^2 = K_1 - K_2$

Работа, которую эта сила совершит при перемещении q на расстояние d равна $A_F = qUd \cdot d = qUd^2$. Это будет изменением кинетической энергии: $\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = 2qUd^2$

2) Ответ: qUd^2

Работа, которую эта сила совершит при перемещении q на расстояние d равна $A_F = qUd \cdot d = qUd^2$. Это

будет изменением кинетической энергии: $\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = 2qUd^2$

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = 2qUd^2 \quad V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{4qUd^2}{m}}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



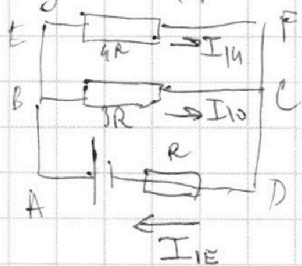
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Начало

В установившемся режиме ток через катушки не меняется \Rightarrow в них не воли \mathcal{E} , и их можно заменить на провод.

получится такая схема:



Кирхгоф на ABCD:

$$I_{10} \cdot 3R + I_{1E} \cdot R = E$$

Кирхгоф на AEFD:

$$I_{14} \cdot 4R + I_{1E} \cdot R = E$$

по 1-му з. Кирхгофа $I_{14} + I_{10} = I_{1E}$

$$I_{14} = I_{1E} - I_{10}$$

$$4R I_{1E} - 4R I_{10} + I_{1E} R = E$$

$$5R I_{1E} - 4R I_{10} = E$$

домножим 1-й кирхгофа г.

$$5R I_{1E} + 15R I_{10} = 5E$$

вычитаем.

$$19R I_{10} = 4E$$

$$I_{10} = \frac{4E}{19R} \Rightarrow I_{14} = \frac{3E}{19R} \Rightarrow I_{1E} = \frac{7E}{19R}$$

После замык ключа ток в катушках сразу сум. не меняется \Rightarrow через резисторы $4R$ и $3R$ будут течь такие же токи, как и до замык. ключа, а через катуш. L не будет течь ток, тогда ток через источник тока будет таким же как и до замык. ключа. (сумма токов через $3R$ и $4R$)

Век $\mathcal{E}_{\text{ист}}$ - ЭДС самонд. в катуш. L, она препятствует сум. тока и будет действовать "вверх", против \mathcal{E} .

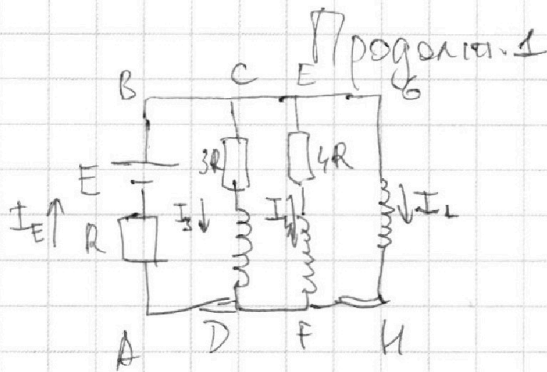
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Кирхгоф на ABGH:

$$E - \mathcal{E}_{iL} = I_E R$$

$$\mathcal{E}_{iL} = L \cdot \frac{dI}{dt} \quad \frac{dI}{dt} = V_i$$

$$\mathcal{E}_{iL} = V_i \cdot L = E - I_E R = E - \frac{4}{10} E = \frac{12}{10} E$$

$$V_i = \frac{12}{10} \frac{E}{L}$$

2) Ответ: $\frac{12E}{10L}$

$$I_L + I_3 + I_4 = I_E$$

$$I_3 = \frac{dq_3}{dt}$$

$$E - 3L \frac{dI_3}{dt} = R I_E + 3R \frac{dq_3}{dt}$$

~~отсюда~~

$$E - R I_E = 3R I_3 + 3L \frac{dI_3}{dt} = L \frac{dI_L}{dt}$$

$$3R \frac{dq_3}{dt} + 3L \frac{dI_3}{dt} = L \frac{dI_L}{dt}$$

$$3R dq_3 = L dI_L - 3L dI_3 \quad \text{суммируем.}$$

$$\Delta q_3 = L \cdot \Delta I_L - 3L \cdot \Delta I_3$$

В конце ~~уже~~ ни в какой катушке нет \mathcal{E}_i , значит их можно заменить на провод, тогда через $3R$ и $4R$ тока ~~только~~ не будет, ~~они~~ ~~только~~ ~~идут~~ ~~через~~ ~~катушку~~ ~~L~~.
Он весь пойдёт через катушку L.

Кирхгоф:

ABCD:

$$E - 3L \frac{dI_3}{dt} = R I_E + 3R I_3$$

ABEF:

$$E - 2L \frac{dI_4}{dt} = R I_E + 4R I_4$$

ABGH:

$$E - L \frac{dI_L}{dt} = R I_E$$

отсюда:

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>

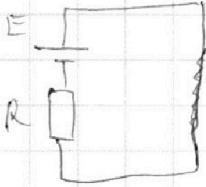
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Продолж. 2

уже будет впереди так:



тогда ток через L будет равен $\frac{E}{R}$,
~~знает~~ а через $3R - 0$.

значит $\Delta I_L = \frac{E}{R}$; $\Delta I_3 = -I_{10} = -\frac{4E}{19R}$

$$\Delta q_3 = \frac{L \cdot \frac{E}{R} + \frac{4E}{19R} \cdot 3L}{3R} = \frac{E \cdot L}{3R^2} \cdot \frac{19+12}{19} = \frac{31}{57} \frac{EL}{R^2}$$

3) Ответ: $\frac{31}{57} \frac{EL}{R^2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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"/>

МФТИ

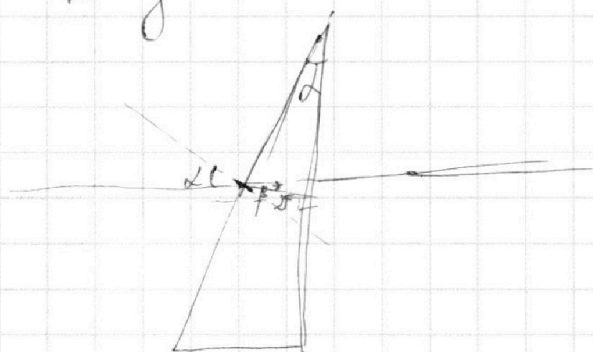
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Начало

В первом случае мы можем считать, что
преломл. n_1 преломл. n_2 , т.к. её коэф. преломл. равен
коэф. преломл. воздуха (заменяем ее на воздух) (во втором слу-
чае)

Тогда:



$$\sin \alpha \cdot n_1 = n_2 \cdot \sin \beta$$

Угол пад. на верт. грань - β
равен $\alpha - \beta$

$$\sin \beta \cdot n_2 = \sin \varphi \cdot n_6$$

φ - угол на который отклонится
луч

$$\sin \varphi = \frac{\sin(\alpha - \beta) \cdot n_2}{n_6}$$

т.к. α мал $\sin \alpha \approx \alpha$

$$\sin \beta = \frac{\alpha \cdot n_1}{n_2} = \frac{0,1}{1,7} = \frac{1}{17} \quad \text{— мале мал. } \Rightarrow \sin \beta \approx \beta$$

$$\sin(\alpha - \beta) \approx \sin\left(\frac{1}{10} - \frac{1}{17}\right) \approx \sin\left(\frac{7}{170}\right) = \frac{7}{170}$$

$$\sin \varphi = \frac{\frac{7}{170} \cdot 1,7}{1} = \frac{7 \cdot 0,1}{10} = \frac{7}{100} \approx 0,07$$

$0,07$ — мал угол.

$\sin \varphi \approx \varphi$ (мал. угол)

$$\varphi \approx 0,07 \text{ рад}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

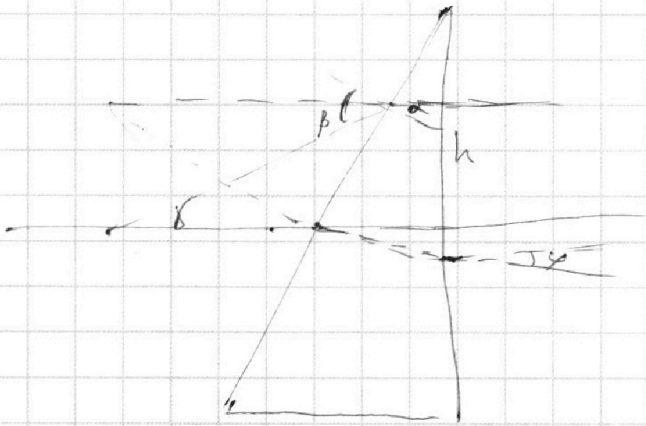
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Продолжение 1 (тап ове как и 6 м.
мн менит и, на веуук)



найдёт путь, который
войдет у криука
параллельно оси "мау-ист"
(ооаеа пророо
оаь)

$$\sin \alpha \cdot n_2 \approx n_1 \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = 0,1 \cdot 1,7 \approx 0,17$$

(большинство углов
малы, там где оси
малы в сразу рогг замечает
 $\sin \alpha \approx \alpha$ и $\sin \beta \approx \beta$)

δ - угол от оси этого луча

$\delta = \beta - \alpha$. В силу малости толщико криука,
но можем пренебречь горизонтальным смещением
и обратением, и смещением луча по вертикали,
тогда смещение p - е от источника до шобр.

$$\text{будет равно } H = \tan \delta \cdot (a+h) \approx (a+h) \cdot \tan(\beta - \alpha) \approx$$

$$= (a+h)(\beta - \alpha) \quad \text{тоо } H = (90+14) \cdot (0,17 - 0,11) \approx$$

$$= 104 \cdot 0,07 \approx 7,28 \text{ см.}$$

$$2) \text{ Ответ: } 7,28 \text{ см.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

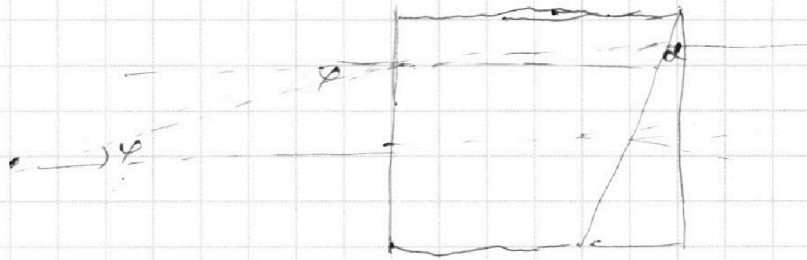
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Продолжение 2
В третьем пункте мы не можем заменить
цифру 1, на воздух.



Найдём угол который выдает ось относительно паралл
оси. γ - угол выходящий первой верт. грани

β - угол впадения в первую грань призма

$$\sin \beta = \sin \gamma$$

$$\sin \beta = \sin \gamma$$

$$\gamma = \beta - 2$$

$$\sin \beta = \frac{0,1 \cdot 0,17}{1,4} = \frac{17}{140} = \beta$$

$$\gamma = \frac{17}{140} - \frac{1}{10} = \frac{170 - 140}{1400} = \frac{3}{140} = \sin \gamma$$

$$\sin \gamma = \frac{1,4 \cdot \frac{3}{140}}{1} = \frac{3 \cdot 0,1}{10} = 0,03 = \gamma$$

~~мы можем еще рассмотреть вариант~~

Мы можем снова пренебречь горю. смел.

$$\text{(так же как во 2 п.) } \rho - e = H = (a + h) \cdot \tan \alpha + \tan \gamma + h \cdot \tan \gamma =$$

$$= a \cdot \gamma + h \cdot \gamma = 90. \quad 0,03 + 14 \cdot \frac{3}{140} = 2,7 + \frac{3}{10} = 3 \text{ см}$$

3) Ответ: 3 см



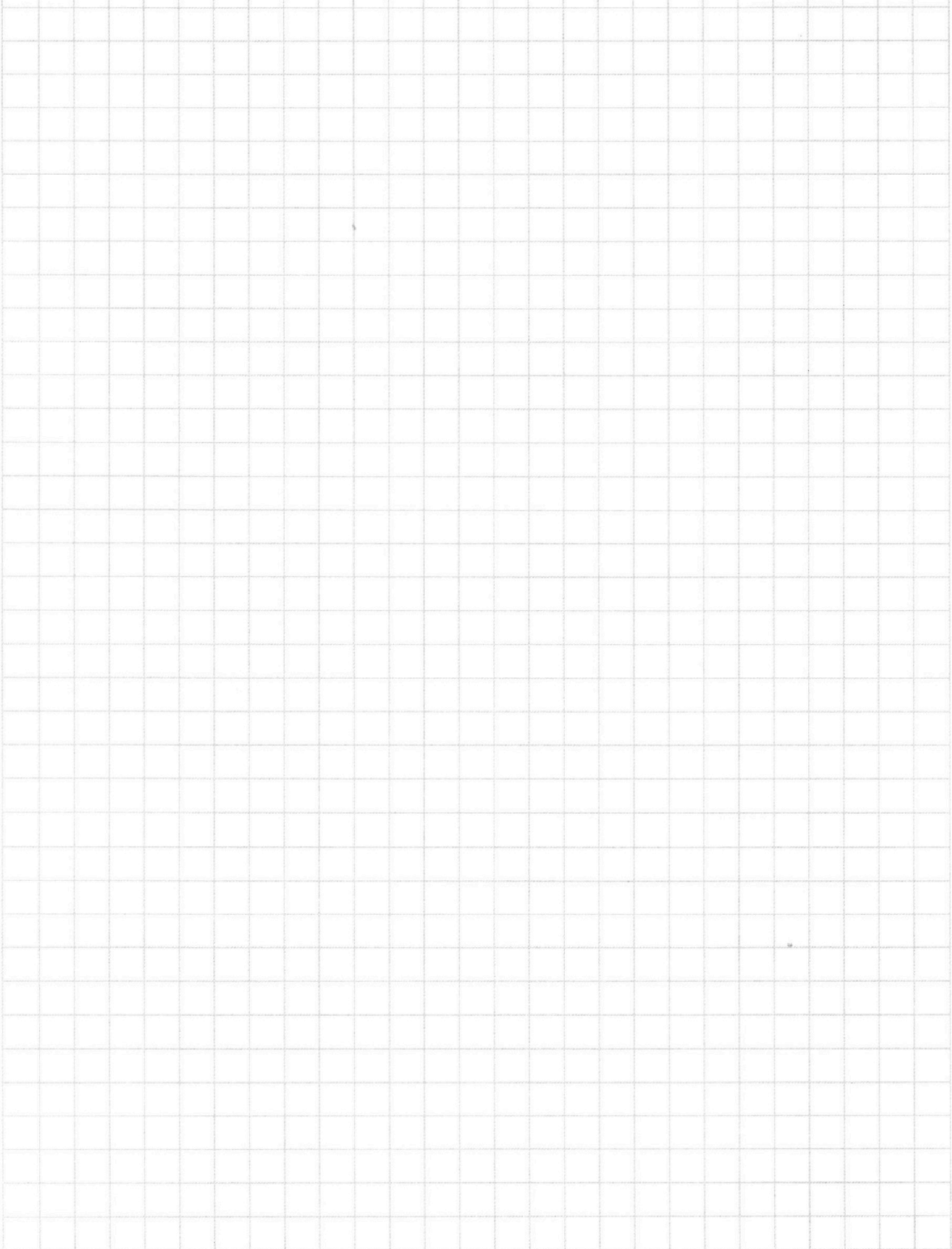
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$20(D_c + \Delta V + D_m) = D_{he} \cdot 5$$

$$20D_c + 20\Delta V + 20D_m = 55D_{he}$$

$$20D_m = 110D_c - 20D_c - 20\Delta V$$

$$2D_m = 11D_c - 2D_c - 2\Delta V$$

$$D_m = 9 \frac{D_c - 2\Delta V}{2} = 4.5D_c - \Delta V$$

$$P = \frac{(D_c + \Delta V)RT + D_m RT}{\frac{11}{20}V} = \frac{RT}{V} \cdot \frac{20}{11} \cdot \left\{ 4.5D_c \right\} = \frac{10RT}{V} D_c$$

$$\frac{P_0 V}{4} = D_c R T_0$$

$$P_0 V = D_c R T_0$$

$$D_c = \frac{P_0 V}{R T_0}$$

$$P = \frac{10RT}{V} \cdot \frac{P_0 V}{R T_0}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{10T}{T_0}$$

$$\frac{V_c + \Delta V + D_m}{\frac{4V}{5} - \frac{V}{2}} = \frac{D_{he}}{\frac{V}{5}}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = D_c R T_0$$

$$P \cdot \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (D_c + \Delta V) R T + P_{atm} \cdot \left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right)$$

$$P \cdot \frac{11}{20} V = D_{he} R T$$

$$P_{atm} = \frac{11V}{20}$$

$$D_{he} = 2D_c$$

$$P = \frac{20 \cdot 2D_c R T}{11 \cdot \frac{11V}{20}} = \frac{40D_c R T}{11V}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{P_0 V}{4R} \cdot \frac{\frac{11}{20} P V - \frac{11}{20} P_{atm} V}{D_c + \Delta V}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$P_0 \cdot V = D_e \cdot RT_0$

$$D_e \cdot \frac{11}{20} V = (D_e + D_f) RT + P_A \cdot \frac{11}{20} V$$

$$\frac{11}{20} PV = \cancel{D_e V} \cdot RT + P_A + D_f \cdot RT$$

$$\frac{11}{20} PV = \frac{P_0 \cdot V}{2} \cdot RT + P_A + D_e RT$$

$$D_e = \frac{P_0 \cdot V}{4 RT_0}$$

$$\frac{11}{20} PV = \frac{k P_0 V}{4} RT + P_A + \frac{P_0 \cdot V \cdot T}{4 T_0}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = 2 D_e RT_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = 2 D_e RT_0$$

$$P_0 = \frac{P_A}{2}$$

$$D_e RT = \frac{k P_0 V RT}{4} + P_A + D_e RT$$

$$2 D_e RT = \frac{k P_0 V RT}{2} + P_A$$

$$2 D_e RT = P_A \left(\frac{k V RT}{8} + \frac{11}{20} \right)$$

$$P_0 = \frac{P_A}{2}$$

$$2 RT = \frac{D_e RT}{2} + \frac{P_0 \cdot V}{2}$$

$$2 RT = \frac{D_e RT}{2} + \frac{P_0 \cdot V}{2}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$C = \frac{q}{U} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$$
$$U_{12} = E_{12} d$$
$$U_{13} = E_{13} \cdot 3d$$

$$H = \kappa n \cdot E$$
$$E = \frac{H}{\kappa n}$$

$$H = D_{\text{нл}} \cdot M$$
$$E = \frac{D_{\text{нл}} \cdot M}{\kappa n} = \frac{\kappa n \cdot B \cdot M}{\kappa n} = B \cdot M$$

$$E_{12} = U_1 d$$
$$E_{13} = U_2$$
$$E_1 = U_1 d$$
$$E_2 = 3 U_2 d$$

3)

$$E_{12} = E_1 + E_2 = d(U_1 + 3U_2) = d \cdot (U + 3 \cdot 3U) = 10Ud$$

$$F_{12} = q E_{12} = 10Ud \cdot q = ma \quad a = \frac{10Udq}{m}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = K_1 +$$

4)

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$E + R I_3 = 3R I_3 + 3L \frac{dI_3}{dt} = 4R I_4 + 2L \frac{dI_4}{dt} = 2L \frac{dI_L}{dt}$$

~~$3R I_3 + 3L \frac{dI_3}{dt}$~~

$$3R dI_3 + 3L dI_3 = L dI_L$$

$$3R dI_3 = L dI_L - 3L dI_3 \quad \text{сгруппируем}$$

$$\Delta I_3 \cdot 3R = \Delta I_L \cdot L - \Delta I_3 \cdot 3L$$

В итоге: $I_L = \frac{E}{R}$

$I_3 = 0$

$$\Delta I_3 = -I_{10} = -\frac{4E}{19R}$$

$$\Delta I_L = \frac{E}{R}$$

$$\Delta I_3 = \frac{E}{R} \cdot L + \frac{4E}{19R} \cdot 3L =$$

$$\frac{19L + 12L}{19R} = \frac{31EL}{19R^2}$$

$$\frac{B^2 \cdot C}{A \cdot D n^2}$$

$$B = \Gamma n \cdot A$$

$$\frac{B^2 \cdot C}{A \cdot D n^2} = \frac{\Gamma^2 n^2 \cdot A^2 \cdot C}{A \cdot D n^2} = \frac{\Gamma^2 A C}{D}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$P_2 \cdot V_5 = D_{\text{не}} R T$$

$$P_0 \cdot V_2 = D_{\text{не}} R T_0$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{5 T}{2 T_0}$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20} V_5 = (D_c + D_1) R T + P_A R_{\text{дв}} \cdot V \cdot \frac{11}{20}$$

~~D_{\text{не}} R T~~

$$P_2 \cdot V \cdot \frac{11}{20} = D_c \frac{P_0 V}{4} \cdot \frac{T}{T_0} + \frac{k P_0 V}{4} (R T) + \frac{11}{20} P_0 V$$

$$P_0 \cdot V_4 = D_c R T_0$$

$$D_c = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{11}{20}$$

$$\frac{373}{-36} = \frac{13}{98}$$

$$\frac{5 T}{2 T_0} \cdot \frac{11}{20} = \frac{1 T}{4 T_0} + \frac{k P_0}{4} (R T) + \frac{11}{20} \cdot 2$$

$$\frac{11}{8} X - \frac{1}{4} X = \frac{k \cdot 8}{4} + \frac{11}{10}$$

$$\frac{9}{8} X = \frac{k \cdot 8}{4} + \frac{11}{10}$$

$$X = \frac{8 k}{9} + \frac{11}{9} = \frac{8 \cdot 4}{9} + \frac{11}{9} = \frac{32}{9} + \frac{11}{9} = \frac{43}{9}$$

$$= \frac{15}{45} + \frac{44}{45} = \frac{59}{45}$$

$$T_0 = \frac{373 \cdot 45}{59} = \frac{373 \cdot 3}{4} = 273$$

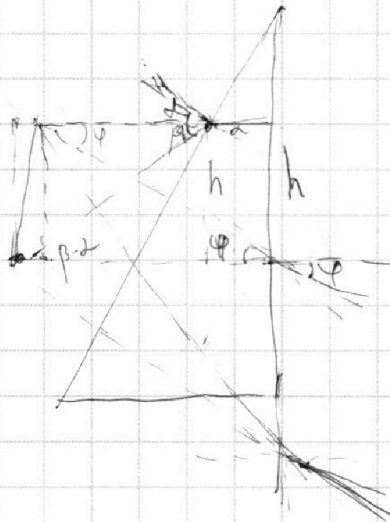
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\sin \alpha \cdot n_2 = n_1 \cdot \sin \beta$$

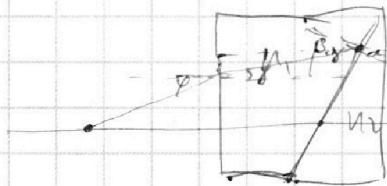
$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha \cdot n_2}{n_1} = \frac{0,1 \cdot 1,7}{1} = 0,17$$

$$h = \operatorname{tg}(\beta - \alpha) \cdot (a + h) =$$

±

$$\frac{3}{140} \cdot 1,7 = x \cdot 1$$

$$x = \frac{5,1}{140} = \frac{51}{1400}$$



$$\sin \alpha \cdot n_2 = n_1 \cdot \sin \beta$$

$$\sin \alpha \cdot n_2 = \sin \beta \cdot n_1$$

$$\sin(\alpha - \beta) =$$

$$= \sin\left(\frac{1}{100} - \frac{17}{140}\right) =$$

$$= \frac{140 - 170}{1400} = \frac{-30}{1400} = -\frac{3}{140}$$

$$\alpha = \beta = \frac{0,1 \cdot 1,7}{1,7} = \frac{17}{140}$$

$$1 = 104 \cdot 0,03 = 3,12$$

$$3,12 \cdot \frac{140}{17} = 260$$

$$104 - 104 \cdot 0,03 \cdot \frac{140}{17} =$$

$$170 - 17 - 17 = 136$$

$$136 - 34 = 102$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

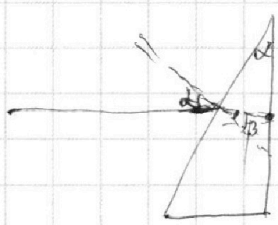
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

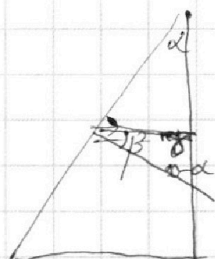
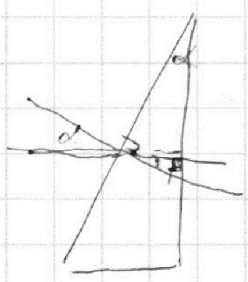


$$P_2 = P_1 + \frac{(c+d)RT_0}{11V}$$



$$\sin \alpha n_1 = \sin \beta n_2$$

$$\sin(\alpha - \beta) n_2 = \sin \varphi n_2$$



$$\alpha + 90 = 90 - \beta - (90 - \alpha) = \alpha - \beta$$

$$\gamma = \alpha - \beta$$

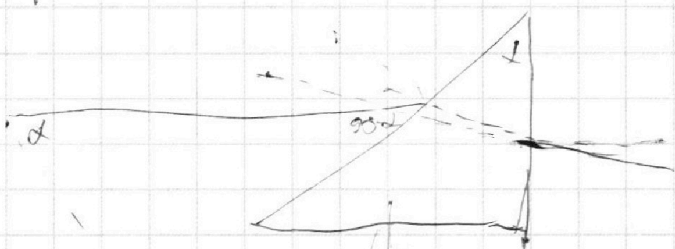
$$\sin \beta = \frac{0,1 \cdot 1}{1,7} = \frac{1}{17}$$

$$\cos \beta = \sqrt{\frac{288}{289}} \approx 1$$

$$\sin \varphi = \frac{\sin(\alpha - \beta) n_2}{n_2} = \frac{1,7 - 10}{1,7} \cdot 1,7 = \frac{4 \cdot 0,1}{10} = \frac{4}{100} = 0,04$$

$$\varphi = 0,07 \text{ рад}$$

2)



$$\sin \alpha n_2 = \sin \beta n_2$$

$$\sin \varphi_2 = \frac{0,1 \cdot 1,7}{1} = 0,17$$



$\alpha - \beta$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{K_A}{c} = A \quad B \cdot A = B_T$$

$$K_A \cdot B = D_{in}$$

$$\frac{D_{in}}{c} = B_T z \quad H = M = \frac{K_A \cdot M}{c^2} = \frac{K_A \cdot M^2}{c^3} = 11 \cdot \frac{M}{c}$$

$$F \cdot U = P$$

$$1) v_0 = a_0$$

$$F_0 = m a_0 + k v_0$$

$$P_0 = F_0 \cdot v_0$$

$$F_k = k \cdot v_k$$

$$v_k = 25 \frac{M}{c}$$

$$F_k = 200 H$$

$$k = \frac{F_k}{v_k} = 8 \frac{H \cdot c}{M}$$

$$F_0 = m a_0 + k v_0$$

$$P_0 = m a_0 v_0 + k v_0^2$$

$$P_0 \frac{v_0}{2} = D_{in} R T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{v_0}{5} = D_{in} R T$$

$$\frac{T_0}{T} = \frac{P_0 v_0 / 2}{P_0 v_0 / 5}$$

$$2) \Delta V = k \cdot P_0 \cdot \frac{v_0}{4}$$

$$\frac{v_{ke} R T_0}{\sqrt{2}} = \frac{v_c R T_0}{\sqrt{4}}$$

$$2 v_{ke} = 4 v_c$$

$$\frac{v_{ke}}{v_c} = 2$$

$$P_0 \cdot \frac{v_0}{4} = v_c R T_0 \quad P_0 =$$

$$\frac{(v_c + \Delta V) \cdot R T + D_{in} R T}{\frac{4H}{8} - \frac{v_0}{4}} = \frac{D_{in} R T}{\frac{4H}{8}}$$

$$v_c + \Delta V + v_n = 2 v_c$$

$$v_{ke} = 2 v_c$$

$$v_c + \Delta V + v_n = 8 v_c$$

$$P_n = 7 v_c - \Delta V$$

$$P = (v_c + \Delta V) R T +$$

$$T_0 = \frac{P_0 v_0}{4 H}$$

$$\frac{D_{in} R T}{4 H}$$