Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

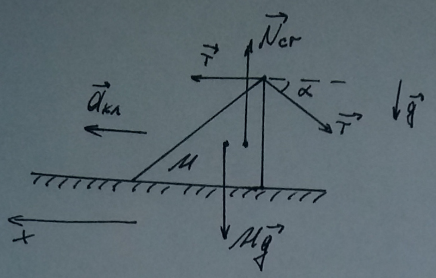
Шифр: **21201339**

ID профиля: **849071**

Вариант 1

Физика 11кл

Чистовик



По Второму закону Ньютона для клина:

$x: T - T\cos\alpha = M a_{кл}$

$T(1-\cos\alpha) = M a_{кл}$

$\frac{1}{2} mg(1-\cos\alpha) = M a_{кл}$

$a_{кл} = \frac{1}{5}\frac{m}{M} g \Leftrightarrow \frac{m}{M} = 5\frac{a_{кл}}{g}$

4) Вернемся к пункту 3 и из теоремы косинусов найдем:

$m a_{ш} = \sqrt{(mg)^2 + T^2 - 2mgT\cos(90^\circ - \alpha)}$

$m a_{ш} = mg\sqrt{1 + \frac{1}{4} - \sin\alpha}$

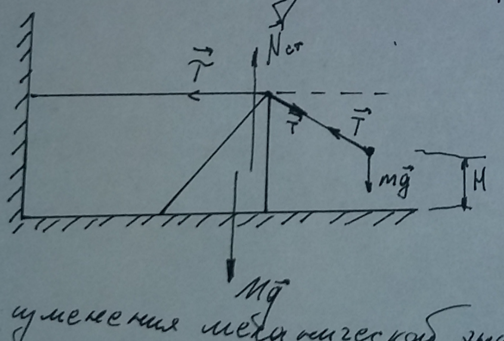
$a_{ш} = g\sqrt{\frac{5}{4} - \frac{4}{5}}$

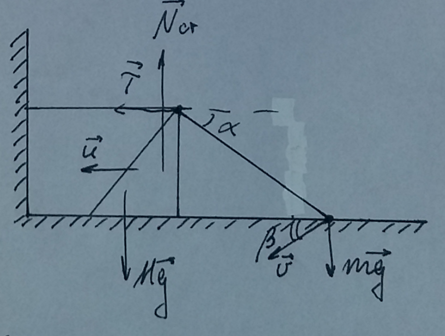
$a_{ш} = \frac{3\sqrt{5}}{10} g$

~~5) 2ЗН для шарика:~~ $\cancel{x: m a_{ш}\cos\beta = T\cos\alpha}$

$\cancel{a_{ш}\cos\beta =}$

5) Рассмотрим систему "M + m":





Закон изменения механической энергии:

$E_2 - E_1 = A_{непот}$

$E_2 = \frac{Mu^2}{2}$; $E_1 = mgH$

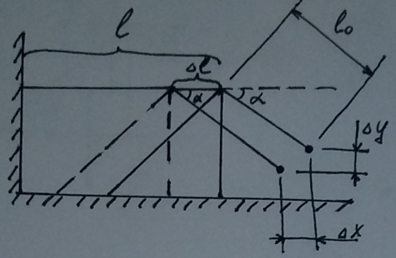
Из пункта 1, приняв $\Delta y = H$, получим, что за все время движения

$\Delta L = \frac{H}{\sin\alpha} =$

1)
$\cos\alpha = \frac{3}{5}$
$\sin\alpha = \frac{4}{5}$
H

Чистовик

Физика 11кл



1) Рассмотрим систему в $2^х$ близких промежуточных моментах времени ($1^й$ – сплошной клин; $2^й$ – штриховой клин)

Из рисунка, учтя что длина нити не меняется, видно:

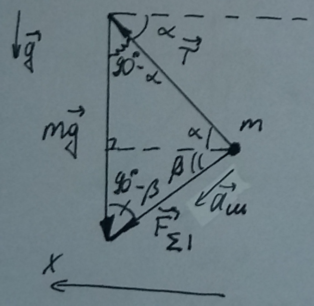
$$\Delta y = (l_0 + \Delta l)\sin\alpha - l_0 \sin\alpha = \Delta l \sin\alpha$$

$$\Delta x = (l + l_0\cos\alpha) - (l - \Delta l + (l_0 + \Delta l)\cos\alpha) = \Delta l(1-\cos\alpha)$$

$$tg\beta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta l \sin\alpha}{\Delta l(1-\cos\alpha)} = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha} = \frac{4/5}{1-\frac{3}{5}} = 2$$

Значение угла β ~~не зависит от~~ постоянно, значит, скорость постоянна направлена под этим углом, значит и ускорение шарика постоянно направлена под этим углом к горизонту.

2) Рассмотрим силы, действующие на шарик:



По теореме синусов:

$$\frac{mg}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{T}{\sin(90° - \beta)}$$

$$T = \frac{\cos\beta}{\sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta} mg = \frac{1}{\sin\alpha + \cos\alpha\, tg\beta} mg =$$

$$= \frac{1}{\frac{4}{5} + \frac{3}{5}\cdot 2} mg = \frac{5}{10} mg$$

$$T = \frac{1}{2} mg$$

3) Рассмотрим силы, действующие на клин

2) ν $i = 3$

Чистовик

Физика 11кл

$C(T) = 2R\frac{T}{T_0}$

$\frac{5}{6}T_0$

T_0

1) Из определения молярной теплоемкости:

$$Q_1 = -\nu\int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} C(T)\,dT = -\nu\int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} 2R\frac{T}{T_0}\,dT = 2R\nu\int_{\frac{5}{6}T_0}^{T_0}\frac{T}{T_0}\,dT = 2R\nu\frac{T^2}{2T_0}\Big|_{\frac{5}{6}T_0}^{T_0}$$

$$= T_0R\nu\left(1^2-\left(\frac{5}{6}\right)^2\right) = R\nu\left(\frac{36-25}{36}\right) = \frac{11}{36}R\nu T_0$$

2) По I-му началу термодинамики:

$$\begin{cases} Q = \Delta U + A \Rightarrow A = Q - \Delta U \\ \Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T-T_0) \\ Q = \nu\int_{T_0}^{T} C(T)\,dT = \frac{2\nu R}{T_0}\int_{T_0}^{T} T\,dT = \frac{R\nu}{T_0}(T^2-T_0^2) \end{cases}$$

$$A = \frac{R\nu}{T_0}(T^2-T_0^2) - \frac{3}{2}\nu R(T-T_0)$$

$$A = \frac{R\nu}{T_0}T^2 - \frac{3}{2}\nu RT + \frac{1}{2}\nu RT_0 = A(T)$$ - это парабола, ветви которой направлены вверх, значит наименьшее значение функции будет в вершине

$$T_m = -\frac{-\frac{3}{2}\nu R}{2\frac{R\nu}{T_0}} = \frac{3}{4}T_0$$

3) $A_m = A(T_m) = \frac{R\nu}{T_0}\left(\frac{3}{4}T_0\right)^2 - \frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{3}{4}T_0 + \frac{1}{2}\nu RT_0 = \nu RT_0\left(\frac{9}{16} - \frac{9}{8} + \frac{1}{2}\right)$

$= \nu RT_0\left(\frac{9-18+8}{16}\right) = -\frac{\nu RT_0}{16}$

Ответ: 1) $\frac{11}{36}R\nu T_0$

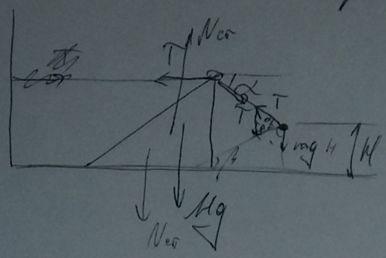
2) $\frac{3}{4}T_0$

3) $-\frac{\nu RT_0}{16}$

Лист 1

Черновик

Физика 11кл



$E_п = 0$

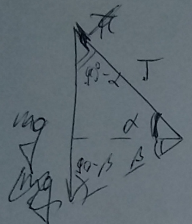
~~ЗСЭ: mgH~~

~~ЗСИ: 0 = Mu − mv cos β~~

ЗИМЭ:

$E_2 - E_1 = A_{нет}$

~~$\frac{Mu^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = mgH$~~



$$\frac{mg}{\sin(\alpha+\beta)} = \frac{T}{\sin(90°-\beta)}$$

sin α +

$T\cos\alpha + ma_м\cos\beta = mg$

$$T = \frac{\cos\beta}{\sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta}\,mg$$

~~$\frac{5}{4+2.5\cdot 3}\,mg = 5Н$~~

$$\frac{1}{2}\Big(\underbrace{1-\frac{3}{5}}_{\frac{2}{5}}\Big) = \frac{2}{10}$$

$$mgH = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$2gH = \frac{M}{m}u^2 + v^2$$

~~$0 = Mu + mv\cos\beta$~~

$u = a_{м}\tau$

$v = a_м\tau$

$$\frac{5}{4}\sqrt{5} - \frac{4}{5}\sqrt{4} = \sqrt{\frac{9}{20}} = \frac{3\sqrt{5}}{10}$$

Черновик

Физика 11 кл.

2) ∂

$C(T) = 2R\frac{T}{T_0}$

$T_0 \to \frac{5}{6}T_0$

По I з-ну.

$Q = \Delta U + A$

$Q = \int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} C(T)\,dT$

$\mathcal{U}'$

$A = \frac{2R\nu}{T_0}\int_{T_0}^{T} T\,dT - \frac{3}{2}\nu R(T-T_0)$

$A = \frac{R\nu}{T_0}(T^2 - T_0^2) - \frac{3}{2}\nu R(T-T_0)$

A

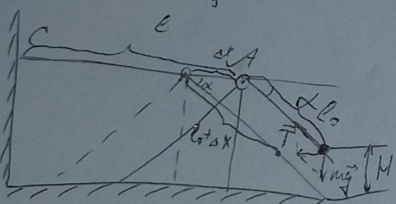
$- R\nu T_0 + \frac{3}{2}\nu R T_0$

$\frac{R\nu}{T_0}\left(\overbrace{\frac{9}{16}T_0^2 - T_0^2}^{-\frac{7}{16}}\right) - \frac{3}{2}\nu R\left(\overbrace{\frac{3}{4}T_0 - T_0}^{-\frac{1}{4}}\right) =$

$= \nu R T_0\left(\frac{3}{8} - \frac{7}{16}\right)$

$\cos\alpha = \frac{3}{5}$ $\sin\alpha = \frac{4}{5}$

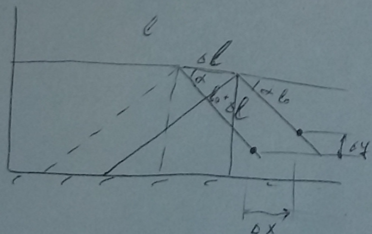
1)



$l_0 \sin\alpha$

$(l_0+\Delta x)\sin\alpha$

$(l_0+\Delta x)\cos\alpha$



$\Delta l \sin\alpha$

$\Delta y = (l_0+\Delta l)\sin\alpha - l_0 \sin\alpha$

$\Delta x = l + l_0\cos\alpha -$

$-\left(l - \Delta l + (l_0+\Delta l)\cos\alpha\right) =$

$= l + l_0\cos\alpha - l + \Delta l(1-\cos\alpha) - l_0\cos\alpha$

$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \operatorname{tg}\beta = \frac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$

$\Delta S = \Delta l\sqrt{\sin^2\alpha + 1 + \cos^2\alpha - 2\cos\alpha} = \Delta l\sqrt{2(1-\cos\alpha)} =$

$= \Delta l \sin\frac{\alpha}{2}\sqrt{2}$

Лист 1

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201339**

ID профиля: **849071**

Вариант 1

5]

Чистовик

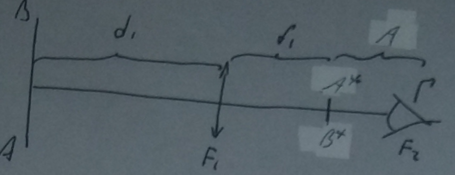
Физика 11кл

$F_1 = 9$ см

$H = 9$ см

$d_1 = 36$ см

$A = 24$ см



~~1) расстояние от линзы до~~ ~~1) Расстояние от линзы до её~~

1) По формуле тонкой линзы

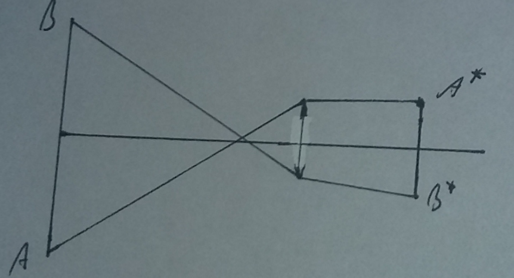
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{d_1 F_1}{d_1 - F_1} = \frac{36\text{ см} \cdot 9\text{ см}}{36\text{ см} - 9\text{ см}} = \frac{36\text{ см} \cdot 9\text{ см}}{\cancel{27}_{3}\text{ см}} = 12\text{ см}$$

~~2) По формуле тонкой линзы~~

2) Глаз расположен на расстоянии: $f_1 + A = 12\text{ см} + 24\text{ см} = 36\text{ см}$

3) Увеличение: $\Gamma = \frac{f_1}{d_1} = \frac{12\text{ см}}{36\text{ см}} = \frac{1}{3}$

4) Диаметр изображения $h = \Gamma H = \frac{H}{3}$



Ответ: 1) 36см

Физика 11кл

Чистовик

9) Силы Ампера, действующие на первую и вторую перемычки в любой момент времени равны, так как ток в любой момент будет одинаковым через эти перемычки
и по второму закону Ньютона:

$$F_A = 2ma_2, \quad F_A = ma_1 \Rightarrow 2a_2 = a_1$$

И когда скорости обеих перемычек сравняются, изменение ... магнитный поток перестанет изменяться и ЭДС станет равным нулю.

10) $v_2 = \int_0^{\tau} a_2 d\tau$

$v_1 = v_0 - \int_0^{\tau} a_1 d\tau$

Через продолжительный период времени $v_1 = v_2$

$$\int_0^{\infty} a_2 d\tau = v_0 - \int_0^{\infty} a_1 d\tau$$

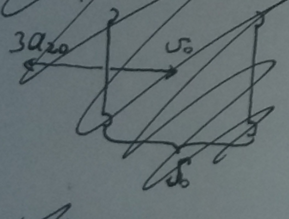
$$\int_0^{\infty} a_2 d\tau = v_0 - \int_0^{\infty} 2a_2 d\tau$$

$$\int_0^{\infty} a_2 = \frac{v_0}{3}$$

$v_2 = \frac{v_0}{3} = v_1$

11) ~~Перейдём в СО~~

~~Рассмотрим картину движения в СО перемычки:~~



Аналогично первым 6-ти шагам, получаем

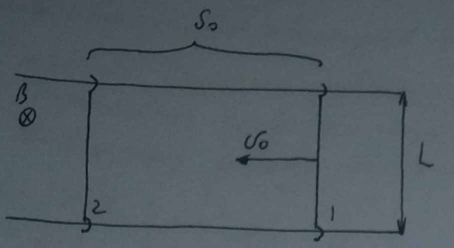
$a_2(t) = \frac{B^2L^2}{6mR}(v_2(t) - v_1(t))$

Ответ: 1) $a_{20} = \frac{B^2L^2v_0}{6Rm}$ 2) $\frac{v_0}{3}$

Физика 11кл

Чистовик

№4



1) Магнитный поток $\Phi = BS' \Rightarrow \Phi' = BS_0 L$
продифференцируем обе части равенства
$\Phi' = -BL\upsilon_0$

2) По закону Фарадея: $\mathcal{E} = -\Phi' = BL\upsilon_0$

3) По закону Ома ток через перемычки и ~~...~~ отрезки рельс между ними:

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{BL\upsilon_0}{3R}$$

~~...~~

4) По принципу Ленца этот ток будет течь ~~...~~ по часовой стрелке.
И по правилу левой руки сила Ампера, действующая на 2 перемычку будет действовать влево.

5) Сила Ампера, действующая на 2 перемычку:

$$F_A = BI_0L = \frac{B^2L^2\upsilon_0}{3R}$$

6) По II закону Ньютона

$$F_A = 2ma_{20} \Rightarrow a_{20} = \frac{F_A}{2m} = \frac{B^2L^2\upsilon_0}{6Rm}$$

7) Сила Ампера, действующая на первую перемычку будет равна по модулю силе Ампера на вторую перемычку и противоположна ей по направлению.

8) По II закону Ньютона для 1 перемычки:

$$F_A = ma_{10} \Rightarrow a_{10} = \frac{F_A}{m} = \frac{B^2L^2\upsilon_0}{3Rm} = 2a_{20}$$

$q = CU \Rightarrow I = CU'$, тогда

$I_0 = C_1(\mathcal{E} - \varphi^*)' = -2C\varphi^{*\prime}$

$I_2 = C_2(\varphi^*)' = C\varphi^{*\prime}$

~~На рисунке I_0 направлено в противоположную сторону~~

$\Rightarrow I_2 = -\frac{I_R}{2}$

По закону сохранения энергии для узла

$I_0 = I_2 + I_R(t_0)$

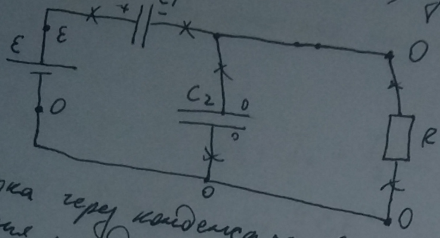
$I_R(t_0) = I_0 - I_2 = I_0 + \frac{I_R}{2} = \frac{3}{2} I_0$

Ответ: 1) $\frac{2\mathcal{E}}{3R}$ 2) $\frac{2}{3} C\mathcal{E}^2$ 3) $\frac{3}{2} I_0$

4) Вернемся к пункту 2:

$$I_R(0) = \frac{\varphi - 0}{R} = \frac{2\varepsilon}{3R}$$

5) Рассмотрим установившийся режим при замкнутом ключе: режим установившийся, значит, тока через конденсаторы нет.

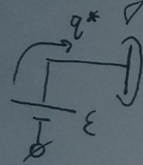


Метод узлов потенциалов

Тока через конденсаторов нет, значит и во всей цепи, по закону сохранения заряда, тока нет.

$U_1(t_{уст}) = \varepsilon - 0 = \varepsilon$ $\qquad U_2(t_{уст}) = 0$

6) Найдем заряд, прошедший через источник



было $+\frac{2}{3}C\varepsilon$

стало $+2C\varepsilon$

$$q^* = 2C\varepsilon - \frac{2}{3}C\varepsilon = \frac{4}{3}C\varepsilon$$

Значит работа сторонних сил: $A_{ст} = \varepsilon q^* = \frac{4}{3}C\varepsilon^2$

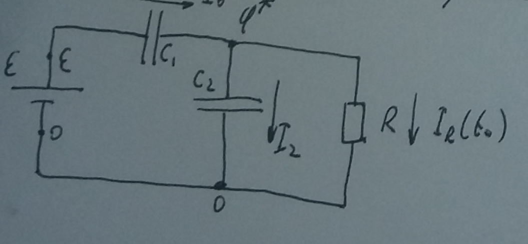
7) $W(0) = \frac{C_1U_1^2(0)}{2} + \frac{C_2U_2^2(0)}{2} = \frac{2C\varepsilon^2}{18} + \frac{4C\varepsilon^2}{18} = \frac{C\varepsilon^2}{3}$

$W(t_{уст}) = \frac{C_1U_1^2(t_{уст})}{2} + \frac{C_2U_2^2(t_{уст})}{2} = \frac{2C\varepsilon^2}{2} + 0 = C\varepsilon^2$

8) По закону сохранения энергии:

$A_{ст} = \Delta W + Q => Q = A_{ст} - \Delta W = \frac{4}{3}C\varepsilon^2 + \frac{C\varepsilon^2}{3} - C\varepsilon^2 = \frac{2}{3}C\varepsilon^2$

9) Рассмотрим момент t_0, когда ток через конд. C_1 равен I_0



Метод узловых потенциалов

3)

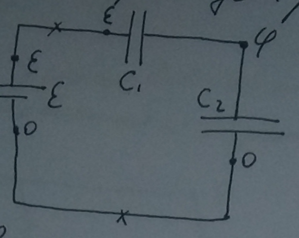
Чистовик

Физика 11кл

$C_2=C$

$C_1=2C$

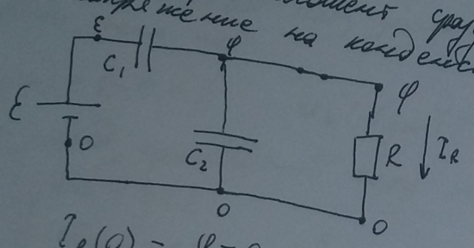
1) Рассмотрим уст. режим при разомкнутом ключе



} Метод узловых потенциалов

Режим установившийся => тока нет.

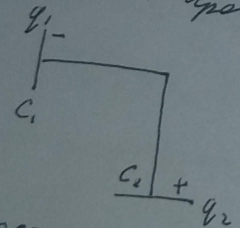
2) Рассмотрим момент сразу после замыкания ключа. Напряжение на конденсаторах скачком не изменится



} Метод узловых потенциалов

$I_R(0) = \frac{\varphi - 0}{R}$

3) Вернемся к пункту 1. Рассмотрим изолированную область, включающую правую обкладку первого конденсатора, верхнюю обкладку второго и провод их соединяющий



Предположим, что знаки зарядов на конденсаторах такие же, как на рисунке, тогда по закону сохранения заряда:

$q_1+q_2=0$

$-C_1(\mathcal{E}-\varphi)+C_2\varphi=0$

$2C(\mathcal{E}-\varphi)+C\varphi=0$

$-2\mathcal{E}+2\varphi+\varphi=0 \Rightarrow \varphi=\frac{2}{3}\mathcal{E}$

Тогда напряжения на конденсаторах:

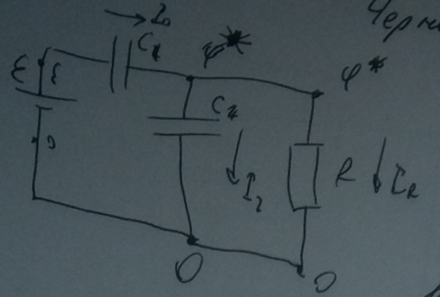
$U_1(0)=\mathcal{E}-\frac{2}{3}\mathcal{E}=\frac{1}{3}\mathcal{E}$

$U_2(0)=\frac{2}{3}\mathcal{E}-0=\frac{2}{3}\mathcal{E}$

Все напряжения положительные, значит, предположение было верным

Черновик

Физика 11кл



$I_0 = C(\mathcal{E} - \varphi)' = 2C\mathcal{E} - 2C\varphi'$

$I_2 = C\varphi'$

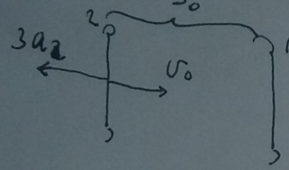
$I_0 = 2C\mathcal{E} - 2I_2 \Rightarrow I_2$

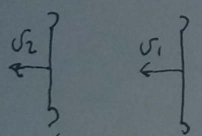
ЗСЗ: $I_0 = I_2 + I_R$

$2C\mathcal{E} - 2I_2 = I_2 + I_R$

$I_2 = 2C\mathcal{E} - 3I_2$

$C\varphi^{*\prime} = -\frac{I_R}{2}$





$\mathcal{E} = BL(v_2 - v_1)$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BL}{R}(v_2 - v_1)$

$BIL = \frac{B^2L^2}{R}(v_2 - v_1)$

$a_2 = \frac{B^2L^2}{2mR}(v_2 - v_1)$

$a_1 = \frac{B^2L^2}{mR}(v_2 - v_1)$

$\Phi = BS'$

$\Phi' = BL(v_2 - v_1)$ $a_2 = \frac{B^2L^2}{2Rm}$ $\int_0^\tau a_2\,d\tau$

$a_2 - a_1 = \frac{B^2L^2}{2mR}(v_1 - v_2)$

$3a_2 = s''$

$\frac{B^2L^2}{2Rm}s' = s''$

$\frac{B^2L^2}{2Rm}s = s'$