

Шифр	1	2	3	4	5	Сумма баллов	Процент выполнения	ФИО	Класс	Эксперты
10-2-3	10	10	10	10	10	50	100	Пелипенко Роман Андреевич	10	Кудашкина Аю [Signature] [Signature]

Председатель жюри:

Ринчинмаев Э.Б. / [Signature] /

Задача ~ 1

Мет 1

10-2-3

Решение задачи зависит от толкования условий "на первой секунде движения" и "на последней секунде движения".

В своём решении принимаю, что имеется в виду средний показатель за n -ую секунду движения.

$F = ma \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2}$ - мы не можем напрямую из графика найти силы, но можем найти ускорения.

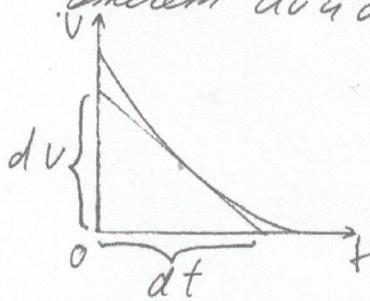
Способ ~ 1

$a = \frac{dv}{dt}$ - ускорение - производная скорости по времени, т.е. касательная на графике.

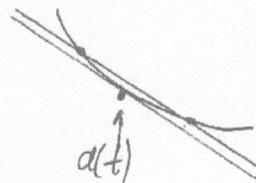
Показателем ускорения на первой секунде движения можно считать ускорение в момент $t = 0,5$; на последней секунде движения - в момент $t = 3,5$.

Пояснительное рисунки:

Измерим dv и dt



Техника проведения касательной



Получаем: $a_1 = \frac{dv_1}{dt_1} = -1,52 \frac{m}{c^2}$

$a_2 = \frac{dv_2}{dt_2} = -0,625 \frac{m}{c^2}$

$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = 2,432$

Способ 2

мет 2

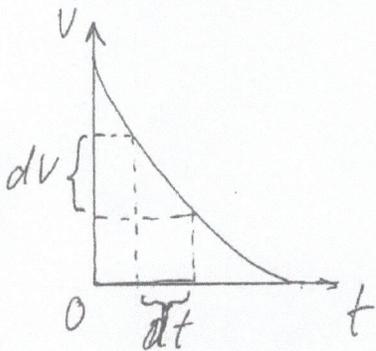
10-2-3

можно не проводить касательные в моменты $t=0,5c$ и $t=3,5c$, а воспользоваться более простым и точным способом - вычислить

$\frac{dv}{dt}$ как $\frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1}$. В таком случае полученные

ускорения действительно будут средними показателями за первую и последнюю секунду.

Графический рисунок:



106

Тогда получаем:

$$a_{ср1} = -\frac{v(0c) - v(1c)}{1c} = -1,6 \frac{м}{с^2}$$

$$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2} = 2,66$$

$$a_{ср2} = -\frac{v(3c) - v(4c)}{1c} = -0,6 \frac{м}{с^2}$$

Ввиду того, что способ 2 точнее, так как использует, по сути, интегральное среднее, следует считать более точным ответ 2,66 раз.

Тем не менее, в обоих способах присутствует погрешность считывания графика.

Ответ: в 2,66 раз.

Задача 2

мет 3

10-2-3

Способ 1Возьмем скорость тела через z_c после начала движения.

$$V(t) = \frac{1}{m} \int F(t) dt \quad (V_0 = 0 \frac{m}{c})$$

$$V(z_c) = \frac{1}{m} \int_0^{z_c} (1+2t) dt = \frac{1}{1m} (z_c + (2t^2))_{0,0} = 6 \frac{m}{c}$$

Отсюда:

$$E_{кин} = \frac{mV^2}{2} = \frac{1m \cdot 6^2 (\frac{m}{c})^2}{2} = 18 Дж$$

105

Из закона сохранения энергии:

$$A = E_{кин} = 18 Дж.$$

Способ 2

$$A = \int F(s) ds$$

$$S(t) = \int \int a(t) dt \quad (V_0 = 0 \frac{m}{c})$$

$$S(t) = (\frac{t^2}{2} + \frac{t^3}{3}) m; \quad F = 1+2t \Rightarrow t = \frac{F-1}{2}$$

$$S(F) = \left(\frac{(F-1)^2}{8} + \frac{(F-1)^3}{24} \right) m$$

Выразим $F(S)$ замкнутой, косвенным способом:

$$A = \int F(s) ds = FS - \int S(F) dF$$

Введение переменных dF и $d(F-1)$:

$$A = 5H \cdot 4,66m - \int_{1H}^{5H} \left(\frac{(F-1)^2}{8} + \frac{(F-1)^3}{24} \right) dF = 23,33 H \cdot m - \int_{0H}^{4H} \left(\frac{(F-1)^2}{8} + \frac{(F-1)^3}{24} \right) d(F-1)$$

$$= 23,33 H \cdot m - 5,33 H \cdot m = 18 Дж$$

Ответ в способе 1 и 2 одинаковые.

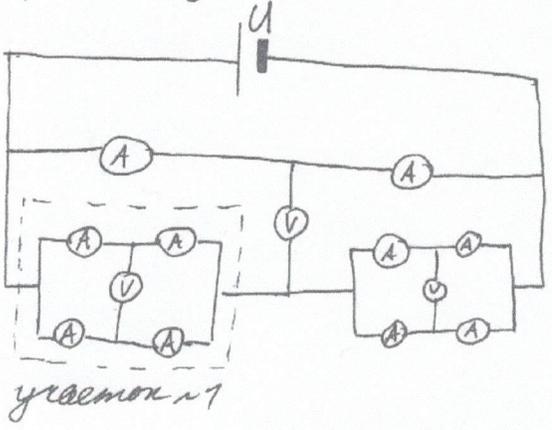
Ответ: 18 Дж

Задача ~ 3

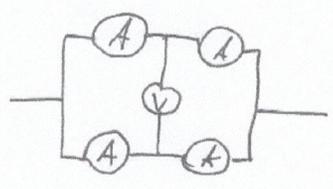
мет 4

10-2-3

Преобразуем электрическую цепь:



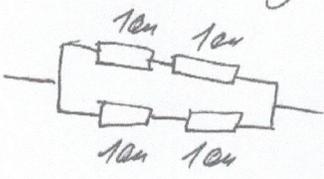
Рассмотрим участок ~1, выделенный пунктиром.



Так как сопротивления всех элементов попарно равны, между собой, то токи на них равны.

Следовательно, через вольтметр ток не течёт.

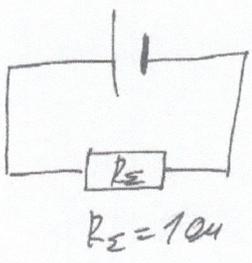
Участок ~1, следуя нашим рассуждениям, можно представить как цепь:



$$\frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{(1+10\Omega)} + \frac{1}{(1+10\Omega)} \Rightarrow R_{\Sigma 1} = 10\Omega$$

Аналогично преобразуем малый участок справа, а затем и всю цепь, получаем;

105

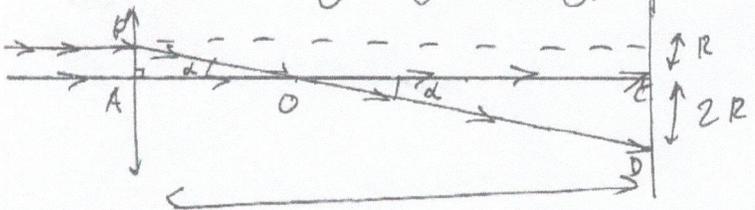


Тогда $I = \frac{U}{R} = \frac{9В}{10\Omega} = 0.9А$ (Уточним идеален по условию.)

Ответ: 0.9 А

Задача ~ 4 - начало

Пояснение: ход лучей лазера.



Если бы на пути луча лазера не было бы mirrors, то образовался бы круг радиуса R.

$$R_0 \cdot \frac{m}{c^2} \cdot \frac{m}{m^2} \cdot \frac{c^2}{m^2} \cdot L$$

Задача ~4 - Продолжение лист 5

10-2-3

Если же на пути луча лазера устанавливается линза, то лучи лазера пройдут через фокус линзы (так как пучок лазера параллельный). Сформированный крайний лучи пучка и главной оптической осью линзы угол α .

Из подобия треугольников AOB и COB следует, что $\frac{CD}{AB} = \frac{2R}{R} = 2 = \frac{CO}{AO}$; т.к. $CO + AO = L$, то получаем

105

$$AO = F = \frac{L}{3}$$

Ответ: $F = \frac{L}{3}$

Задача ~5

Задачу можно решать либо графически, аппроксимировав точки параболой и интерполировав значение при $v = 3 \frac{м}{с}$, либо расчетов коэффициент k в зависимости $F = kv^2$. Последним способ гораздо более точен, а потому предпочитаем.

Тогда:

$$k = \frac{F}{v^2}$$

	0,01	0,034	- 0,15		
F	4	7	3	4	H
v	1	2	3	4	м/с
k	10	8,5	9,375		H/(м/с) ² · 10 ³

из таблицы найдем

$$k_{н} = \frac{3}{1} k = 9,29 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Тогда } F = kv^2 = 9,29 \cdot 10^{-3} \frac{H}{(м/с)^2} (3 м/с)^2 = 0,0836 H$$

105

Ответ: $F = 0,0836 H$.