


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 Кудашкина Аю Кудашкина Аю

Председатель жюри:

Ринчинмаев Э.Б. /  /



Задача ~ 1

мет 1

10-2-3

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

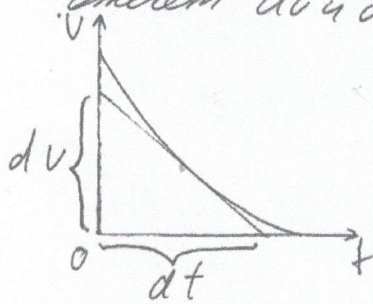
В своём решении принимаю, что имеется в виду средний показатель за  $n$ -ую секунду движения.

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

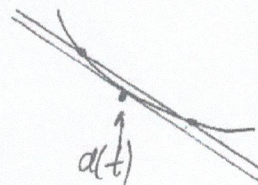
Способ ~ 1  
 $a = \frac{dv}{dt}$  - ускорение - производная скорости по времени, т.е. касательная на графике.

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

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

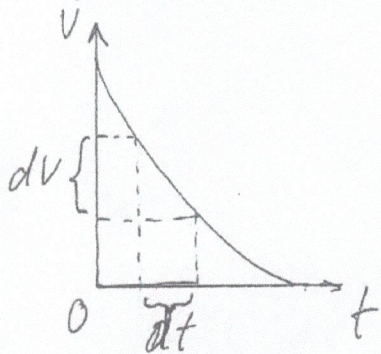
10-2-3

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 1

Возьмем скорость тела через  $z_c$  после начала движения

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Введение переменных  $dF$  и  $d(F-1)$ :

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

$$= 23,33 Н \cdot м - 5,33 Н \cdot м = 18 Дж$$

Ответ в способе 1 и 2 одинаковые.

Ответ: 18 Дж

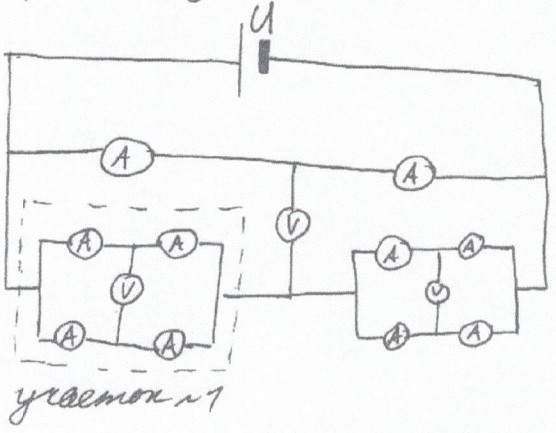


Задача ~ 3

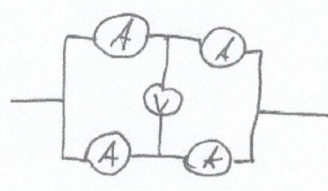
Мет 4

10-2-3

Преобразуем электрическую цепь:



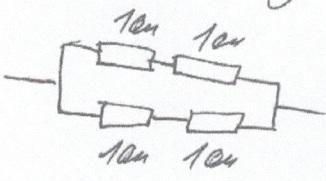
Рассмотрим участок ~1, выделенный пунктиром.



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

Следовательно, через вольтметр ток не течёт.

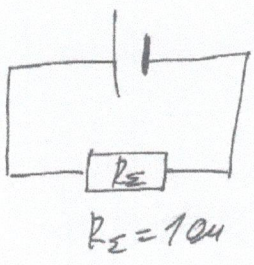
Участок ~1, следуя нашим рассуждениям, можно представить как цепь:



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

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

105

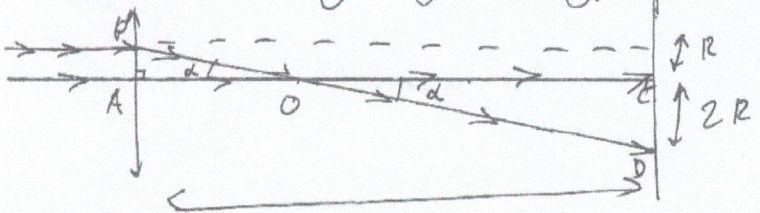


Тогда  $I = \frac{U}{R} = \frac{9\text{В}}{10\Omega} = 0.9\text{А}$  (Уточним идеален по условию.)

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.

$\frac{h\nu}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} \cdot \frac{c^2}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} \cdot \frac{1}{\frac{1}{c^2}}$



Задача ~4 - Продолжение лист 5

10-2-3

Если же на пути луча лазера установленная линза, то лучи лазера пройдут через фокус линзы (так как пучок лазера параллельный). Образованный крайний лучи пучка и главной оптической осью линзы угол  $\alpha$ .

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) <sup>2</sup> · 10 <sup>3</sup>

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

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

105

Ответ:  $F = 0,0836 H$ .