0 573671 410008

57-36-71-41
(134.2)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11 класс

Место проведения Кисловодск
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори воробьевы горы"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Хабахова Огана Артуровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

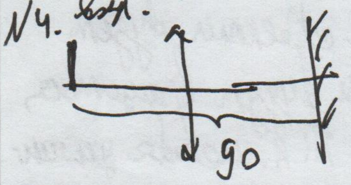
Дата «1» апреля 2023 года

Подпись участника

Черновик.

57-36-71-41 (134.2)

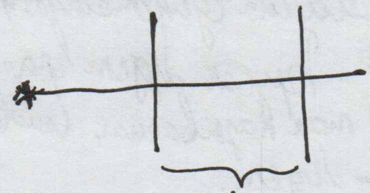
№4. вопр.



$\Gamma = 2 \Rightarrow \frac{F}{d-F} = 2 \quad 2d = 3F \quad d = \frac{3}{2}F \quad f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{F}{2}} = 3F$

$\frac{9}{2}F = 90\,см \quad \boxed{F = 20\,см}$

задание.



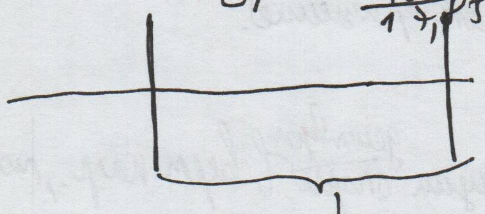
$d_{21} = x + L_1 \; ; \; d_{22} = x + L_2 \quad \Gamma = \frac{F}{d+F}$

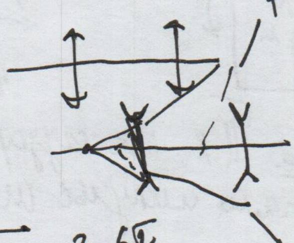
$\Gamma_1^{*} \cdot F_2^{*} = \Gamma_1$

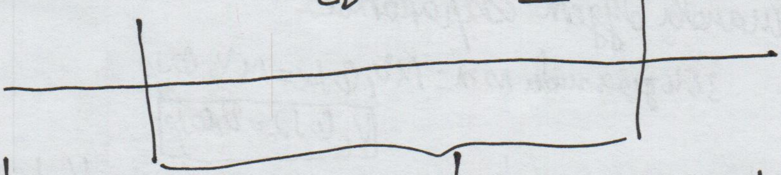
$\Gamma_1^{*} \cdot F_2' = \Gamma_2$

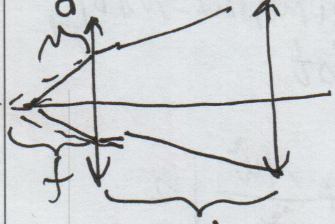
$\Gamma = \frac{F}{d-F}$

$\Gamma = \frac{F}{F-d}$









$\Gamma_1 = \frac{F}{F-d} \quad f = \frac{Fd}{F-d} \quad d_2 = f + L_1$

$\Gamma = \frac{F}{f + L_1 - F} = \frac{F}{\frac{Fd}{F-d} + L_1 - F} = \frac{F}{\frac{2Fd - F^2}{F-d} + L_1}$

$\Gamma = \frac{F^2 - Fd_1}{2Fd - F^2 + FL_1 - dL_1}$

$2Fd\Gamma_1 - F^2\Gamma_1 + FL_1\Gamma - dL_1\Gamma = F^2 - Fd$

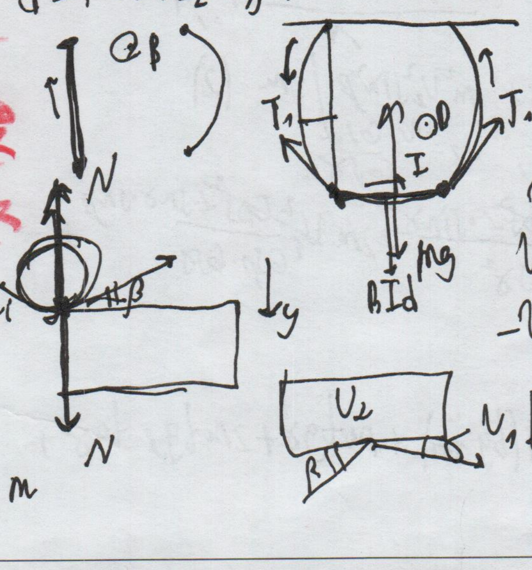
$\Gamma \cdot \frac{F}{d-F} \quad \Gamma \cdot \frac{F}{F-d} = \Gamma_1 \quad \frac{F-(d+L_2-L_1)}{F-d} = \frac{4}{5}$

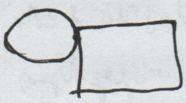
$\Gamma \cdot \frac{F}{F-(d+L_2-L_1)} = \Gamma_2 \quad 4F - 4d = 5F - 5d + 5(L_2 - L_1)$

$d = F + 5(L_2 - L_1) > F$

$V_{1x} = V_{2x}$

$T_{1x} = T_{2x} \quad T_1 = T_2 \quad V_{1y} + V_{2y} = N\Delta t$





$V_{1x} = V_{2x}$

$V_{2y} - V_{1y} = -N\Delta t$

$-V_2 \sin\beta - V_1 \sin\alpha = -N\Delta t$

$V_2 \cos\beta = V_1 \cos\alpha$

$V_1 \sin\alpha + V_2 \sin\beta = N\Delta t$

$N_2 \sin\beta = N\Delta t - V_1 \sin\alpha$

$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}$

Пятаков А.П.

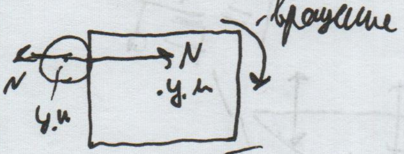
Ульянова

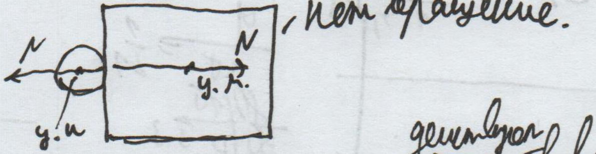
51

	1	2	3	4	5
Вопр	5	2	4	4	15
Зад:	~~3~~ 3	13	13	13	36

Чистовик.

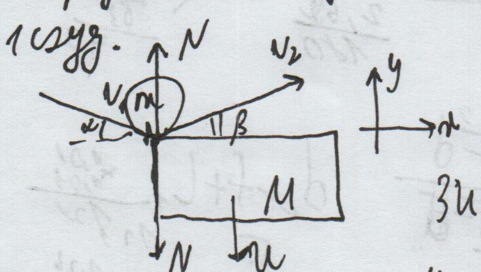
Задание 1. Вопрос: Т.к. трение отсутствует ⇒ на объекты будет действовать только силы реакции опоры. Объекты будут вращаться, если сила не будет проходить через центр масс. Т.к. шайба цилиндрическая и однородная ⇒ её ц.м. расположен в геом. центре и сила реакции будет всегда проходить через него, т.к. точка касания единственная ⇒ ⇒ при любом ударе шайба не будет вращаться. Брусок будет вращаться в зависимости от точки удара, если это так называемое лобовое столкновение, то вращаться не будет, а если нет ⇒ будет.





Задача: Т.к. при соударении силы реакции опоры действуют в верт. напр., то по горизонтали импульс шайбы будет сохраняться

1 соуд.



ЗСИ для шайбы по x: $mv_1\cos\alpha = mv_2\cos\beta$

$\boxed{v_1\cos\alpha = v_2\cos\beta}$

ЗИИ для шайбы по y: $mv_2\sin\beta + mv_1\sin\alpha = N\Delta t$

ЗИИ для бруска по y: $Mu = N\Delta t$ $\Big\}$ ⇒

⇒ $mv_2\sin\beta + mv_1\sin\alpha = Mu$ ⇒ $u = \frac{mv_2\sin\beta + mv_1\sin\alpha}{M}$

Евращ?

т.к. все удары упругие ⇒ энергия сохр. ⇒ $\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{Mu^2}{2}\Big|\cdot 2$

$mv_1^2 = mv_2^2 + \frac{(mv_2\sin\beta + mv_1\sin\alpha)^2}{M}\Big|\cdot M$ ⇒ $Mmv_1^2 = Mmv_2^2 + m^2v_2^2\sin^2\beta + 2m^2v_2\sin\beta\, v_1\sin\alpha +$

$+ m^2v_1^2\sin^2\alpha \,\Big| : m$ (1)

для 2 удара аналогично $\boxed{v_2\cos\beta = v_3\cos\gamma} = v_1\cos\alpha$

ЗИИ для шайбы по y: $mv_3\sin\gamma + mv_2\sin\beta = N_1\Delta t$ ⇒ $mv_3\sin\gamma + mv_2\sin\beta = Mu_1$

ЗИИ для бруска по y: $Mu_1 = N_1\Delta t$

ЗСЭ: $\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_3^2}{2} + \frac{Mu_1^2}{2}$ ⇒ $mv_2^2 = mv_3^2 + \frac{(mv_3\sin\gamma + mv_2\sin\beta)^2}{M}\cdot M$

$Mmv_2^2 = Mmv_3^2 + m^2v_3^2\sin^2\gamma + 2m^2v_3\sin\gamma\cdot v_2\sin\beta + m^2v_2^2\sin^2\beta \,\Big| : m$ (2)

выразим все скорости через v_1 ⇒ $v_2 = v_1\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$, $v_3 = \frac{v_1\cos\alpha}{\cos\gamma}$

в (2) ⇒ $M\cdot v_1^2\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} = Mv_1^2\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\gamma} + mv_1^2\frac{\cos^2\alpha\cdot\sin^2\gamma}{\cos^2\gamma} + 2mv_1^2\frac{\cos^2\alpha\cdot\sin\gamma\cdot\sin\beta}{\cos\beta\cdot\cos\gamma} +$

$+ mv_1^2\frac{\cos^2\alpha\cdot\sin^2\beta}{\cos^2\beta}\Big| : v_1^2\cos^2\alpha$

$\frac{1}{\cos^2\beta} = tg^2\beta + 1$ ⇒ $M(tg^2\beta + 1) = M(tg^2\gamma + 1) + m\,tg^2\gamma + 2m\,tg\beta\cdot tg\gamma +$

$+ m\cdot tg^2\beta$ ⇒

57-36-71-41
(134.2)

$$\Rightarrow M tg^2\beta + \cancel{M} = M tg^2\gamma + \cancel{M} + m tg\gamma^2 + 2m\, tg\beta \cdot tg\gamma + m tg^2_\beta$$

$$M(tg^2\beta - tg^2\gamma) = m(tg^2\gamma + 2tg\beta \cdot tg\gamma + tg^2\beta)$$

$$\cancel{m = \frac{(tg^2\gamma + 2tg\beta\, tg\gamma + tg^2\beta)}{tg^2\beta - tg^2\gamma}}$$

$$m = \frac{M(tg\beta - tg\gamma)(tg\beta + tg\gamma)}{(tg\gamma + tg\beta)^2} = \frac{M(tg\beta - tg\gamma)}{tg\gamma + tg\beta};$$ т.к. углы малые, $tg\beta = \beta$ – в радианах

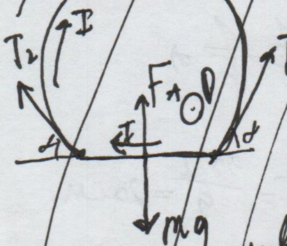
$$m = \frac{M\left(\frac{2{,}2\cdot\pi}{180} - \frac{2\cdot\pi}{180}\right)}{\frac{4{,}2\cdot\pi}{180} + \frac{2\cdot\pi}{180}} = \frac{0{,}2M}{4{,}2} = \frac{M}{21} = \frac{280 г}{21} = 13{,}3 г.$$

Ответ: $m = \frac{1}{21}M = 13{,}3$ г.

Задание 3. Вверх: т.к. по проводу течет ток, на него будет действовать сила ампера и из-за того, что провод прикреплен он будет принимать форму ~~[illegible]~~ дуги окружности.

Задание: Из-за напряжения постоянное, то по стержню будет идти ток $\Rightarrow$ на него будет действовать сила ампера, из-за [illegible]. Если бы сила ампера действовала вниз, то провода приняли бы вертикальное положение $\Rightarrow$ сила ампера действует вверх и равна

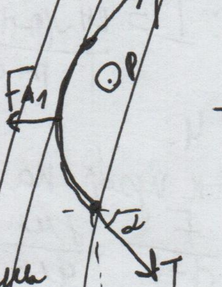
$F_A = BId \sin 90^\circ = BId$ Стержень в равновесии $\Rightarrow T_2 \cos\alpha = T_1 \cos\alpha \Rightarrow \boxed{T_2 = T_1} = T$



по верт. оси. $2T\sin\alpha + F_A = mg$

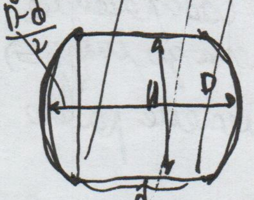
Расм. идеальный легкий провод: сила натяжения везде одна и та же

Результ. сила ампера действ. на провод направлена влево и идет от середины провода. Провод легкий $\Rightarrow$ сумма всех сил равна 0.



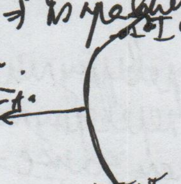
$y: 2T\cos\alpha = F_{A1}$, пусть длина провода l, тогда ~~$2T\cos\alpha = BIl$~~

~~$2T\sin\alpha = (mg - BId)$~~



Задание: т.к. провода приняли форму дуг окружн. $\Rightarrow$ на левый провод сила ампера должна действовать влево $\Rightarrow$ по правилу левой руки ток в контуре течет против часовой стрелки.

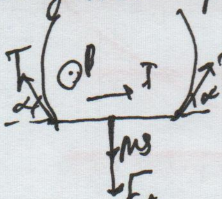
все силы натяжения проводов равны



$F_{A1} = 2T\cdot\cos\alpha$

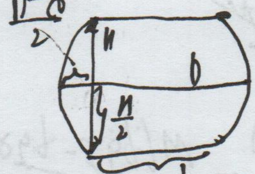
Чистовик.

тогда на стержень сила ампера будет действовать вниз



$2T\sin\alpha = mg + F_A = mg + BId$, пусть длина ~~стерж~~ провода равна l =>

$\Rightarrow 2T\cos\alpha = BIl$



$l \approx 2\sqrt{\left(\frac{D-d}{2}\right)^2+\left(\frac{H}{2}\right)^2} = \sqrt{(D-d)^2+H^2}$

$\sin\alpha \approx \frac{H\cdot 2}{2\sqrt{(D-d)^2+H^2}} = \frac{H}{\sqrt{(D-d)^2+H^2}}$ $\quad \cos\alpha \approx \frac{(D-d)\cdot 2}{2\sqrt{(D-d)^2+H^2}} = \frac{D-d}{\sqrt{(D-d)^2+H^2}}$

$T = \frac{BIl}{2\cos\alpha} = \frac{BI\sqrt{(D-d)^2+H^2}^{\,2}}{2(D-d)} = \frac{BI((D-d)^2+H^2)}{2(D-d)}$

$2T\sin\alpha = mg + BId$ $\quad \frac{2\cdot BI((D-d)^2+H^2)\cdot H}{2(D-d)\sqrt{(D-d)^2+H^2}} = mg + BId$

$\frac{BIH\cdot\sqrt{(D-d)^2+H^2}}{D-d} = mg + BId \Rightarrow I = \frac{mg}{\frac{BH\sqrt{(D-d)^2+H^2}}{D-d} - Bd} =$

$= \frac{0{,}8\cdot 10}{\frac{3{,}5\cdot 1\cdot\sqrt{(1-0{,}8)^2+1^2}}{1-0{,}8} - 3{,}5\cdot 0{,}8} = \frac{8}{\frac{3{,}5\sqrt{1{,}04}}{0{,}2} - 2{,}8} = \frac{8}{\frac{3{,}5\cdot 1{,}02}{0{,}2} - 2{,}8} = \frac{8}{3{,}5\cdot 5{,}1 - 2{,}8} =$

$= \frac{8}{17{,}85 - 2{,}8} = \frac{8}{15} = 0{,}53 A.$

Ответ: $I = \frac{mg}{\frac{BH\sqrt{(D-d)^2+H^2}}{D-d} - Bd} = 0{,}53 A.$

Задание 4.

Вверху: т.к. изобр. на экране ⇒ линза собирающ. ⇒ $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ ⇒

$\Rightarrow \Gamma = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F} = \frac{8мм}{4мм} = 2 \Rightarrow F = 2d - 2F \Rightarrow d = \frac{3}{2}F$

$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{F}{2}} = 3F \Rightarrow f + d = 3F + \frac{3}{2}F = \frac{9}{2}F = 90 см \Rightarrow F = \frac{90\cdot 2}{9} = 20 см.$

Ответ: 20 см. $\quad$ 0 – ?

Задача: т.к. линзы одинаковые, то они не могут давать рассеив., т.к. тогда изображение всегда будет прямым, ⇒ линзы собирающие. Поперечное увелич. зависит от фокуса и расст. от предмета до линзы ⇒ Γ_1 - всегда неизменно. Вообще поперечн. увелич. в системе равно произв. поперечных увелич. в каждой линзе.

$L_2 = 2L_1$, $L_3 = 4L_1$

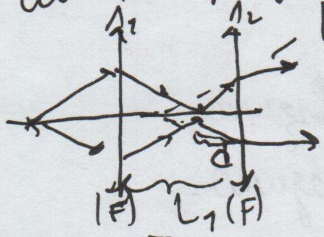
Чтобы изобр. было перевернутым, надо чтобы одна линза давала прямое изобр., а вторая перевернутое.

Если первая линза дает прямое ⇒ $\Gamma_{л1} > 1$ ⇒ $\Gamma_{л2}$ должна быть < 1, чтобы $\Gamma_1 = 0{,}4$. , но тогда $\Gamma_{л2} = \frac{F}{d-F}$, и тогда при увеличении L_2 и уве-

Чистовик.

линзами d $\Gamma_{Л_2}$ будет уменьш., но $\Gamma_2=0{,}5>\Gamma_1=0{,}4$ ⇒ линза изобр. дает в мир. ⇒ $\Gamma_{Л_2}>1$, когда $\Gamma_{Л_1}<1$ и т.к. она дает перевернутое изобр ⇒ расст. от предмета до $Л_1$ должно быть больше 2F

Если луч пройдя через $Л_1$ луч. попадает на ГОО не достигнув $Л_2$ ⇒



$\Gamma=0{,}4$

$$\Gamma_{Л_2}=\frac{F}{F-d},\quad F-d>0,\ F>d \Rightarrow F \text{ как минимум}$$

~~меньше~~ больше. $L_2-L_1=2L_1-L_1=L_1$

$$\frac{\Gamma_{Л_1}\cdot\frac{F}{F-d}=\Gamma_1}{\Gamma_{Л_1}\cdot\frac{F}{F-(\underbrace{d+L_2-L_1}_{d+L_1})}=\Gamma_2} \Rightarrow \frac{F-d-L_1}{F-d}=\frac{\Gamma_1}{\Gamma_2} \Rightarrow$$

$$1-\frac{L_1}{F-d}=\frac{\Gamma_1}{\Gamma_2}$$

$\Gamma_1F-\Gamma_1d=\Gamma_2F-\Gamma_2d-\Gamma_2L_1$

$$\boxed{F=\frac{d(\Gamma_1-\Gamma_2)-\Gamma_2L_1}{\Gamma_1-\Gamma_2}} \Rightarrow$$

линзе увел расст. между линзами до $L_3=L_1$

$$\Gamma_{Л_1}\cdot\frac{F}{F-d}=\Gamma_1$$

$$\Gamma_{Л_1}\cdot\frac{F}{F-d-3L_1}=\Gamma_3 \Rightarrow$$

$$\frac{F-d-3L_1}{F-d}=\frac{\Gamma_1}{\Gamma_3}$$

$$1-\frac{L_1}{F-d}=\frac{\Gamma_1}{\Gamma_2} \Rightarrow \frac{L_1}{F-d}=\frac{\Gamma_2-\Gamma_1}{\Gamma_2} \Rightarrow F-d=\frac{L_1\Gamma_2}{\Gamma_2-\Gamma_1}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{L_1\Gamma_2}{\Gamma_2-\Gamma_1}-3L_1}{\frac{L_1\Gamma_2}{\Gamma_2-\Gamma_1}}=\frac{\Gamma_1}{\Gamma_3} \Rightarrow \frac{L_1\Gamma_2-3L_1\Gamma_2+3L_1\Gamma_1}{L_1\Gamma_2}=\frac{\Gamma_1}{\Gamma_3}$$

$$\frac{3L_1\Gamma_1-2L_1\Gamma_2}{L_1\Gamma_2}=\frac{\Gamma_1}{\Gamma_3} \Rightarrow \frac{3\Gamma_1-2\Gamma_2}{\Gamma_2}=\frac{\Gamma_1}{\Gamma_3} \Rightarrow \boxed{\Gamma_3=\frac{\Gamma_1\cdot\Gamma_2}{3\Gamma_1-2\Gamma_2}}=\frac{0{,}4\cdot0{,}5}{3\cdot0{,}4-2\cdot0{,}5}=$$

$$=\frac{0{,}2}{0{,}2}=\boxed{1}$$

$$\left(F=\frac{d\cdot(-0{,}1)-10\text{см}}{-0{,}1}=d+100\right.$$

$$\frac{d+100-d-60}{100}=\frac{4}{10}=\frac{0{,}4}{1} \Rightarrow \Gamma_3=1 \text{ — проверка}$$

?

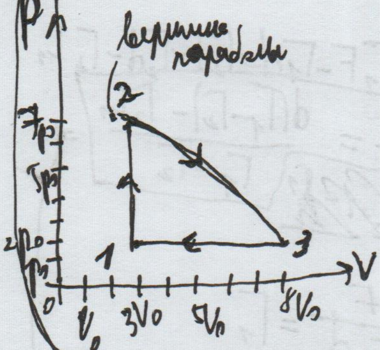
Задание 2. Возьмём: $p(V)=\alpha V^2+\beta V+C \Rightarrow \Delta p=2\alpha V\cdot\Delta V+\beta\Delta V \to \frac{\Delta p}{\Delta V}=2\alpha V+\beta V=V(2\alpha+\beta)$

$\delta Q=dU+\delta A=d(pV)+pdV$

$\Rightarrow a\ V\sim p^2$?

Задача: $p=\frac{p_0}{6}\left(36+5\frac{V}{V_0}-\left(\frac{V}{V_0}\right)^2\right)$, $V_b=-\frac{5V_0^2}{V_0(-2)}=\frac{5}{2}V_0$?

Перерисуем график в координатах pV.



Процесс 1-2 - изохорный, $\Delta T>0$, тепло подводится

3-1 - изобарный, $\Delta T<0$, тепло отводится.

2-3 ?

$(p+\Delta p)(V+\Delta V)=\nu R(T+\Delta T) \to p\Delta V+\Delta p\cdot V+pV+\Delta(pV)=\nu RT+\nu R\Delta T$

$\delta Q=\frac{3}{2}d(pV)+pdV=$ ~~[illegible]~~ $|:\nu RdT \to$ $pdV+dp\cdot V+d(pV)=\nu RdT$

$\to$ ~~$C=R$ [illegible]~~ $\delta Q=\frac{3}{2}\nu RdT+pdV=c\nu dT\ |:\nu dT \to$

$\to C=\frac{3}{2}R+\frac{pdV}{\nu dT}=\frac{3}{2}R+\frac{pdV}{pdV+dp\cdot V}=\frac{3}{2}R+\frac{p}{p+\frac{dp}{dV}\cdot V}=\frac{3}{2}R+\frac{p_0}{p_0+(2\alpha+\beta)V_0^V}$

$c=const$, если $p_0+(2\alpha+\beta)V_0^V=const \to 2\alpha+\beta=\frac{const-p_0}{V_0 V}$

C = ?