

6140



1

1	2	3	4	5	6	Σ
2	0	8	20	14	20	64

64

**ШИШЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА  
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПбГУ**

**2017–2018**

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады **ФИЗИКА (11 КЛАСС)**

Город, в котором проводится Олимпиада Москва

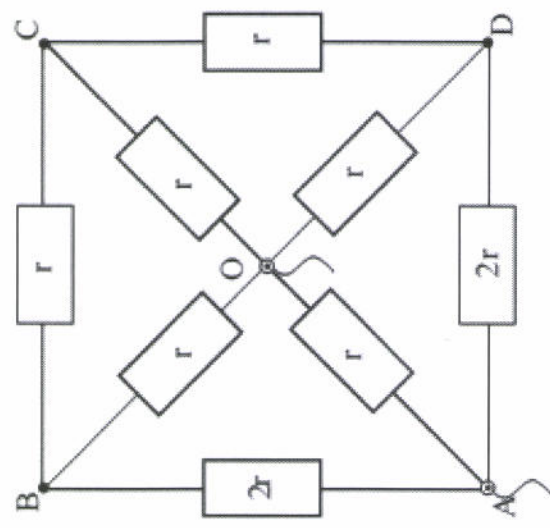
Дата 17.03.2018

\*\*\*\*\*

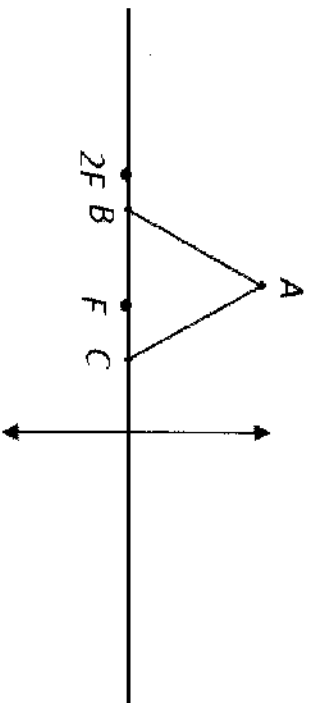
**Вариант 9**

1. Из некоторой точки одновременно бросают два тела с одинаковой начальной скоростью  $V_0 = 16$  м/с: одно вертикально вверх, другое – по горизонтали. Спустя какое время после броска тела будут находиться на расстоянии  $S = 50$  м друг от друга? Тела не успевают достичь поверхности Земли.

2. Найдите эквивалентное сопротивление цепи, указанной на рисунке,  $r = 5$  Ом, напряжение приложено к точкам А и О.



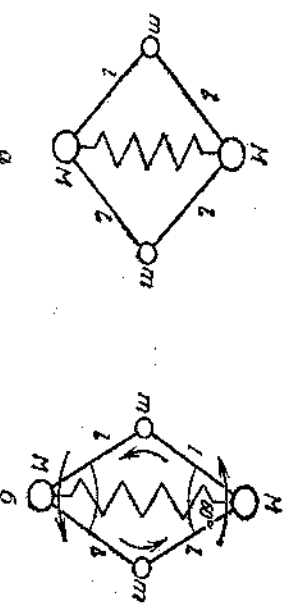
3. Постройте изображение равнобедренного треугольника  $ABC$  в тонкой собирающей линзе. Какова площадь части минимого изображения, заключённой между плоскостями, расположенными на расстоянии  $20F$  и  $30F$  от плоскости линзы. Точка  $A$  находится на расстоянии  $h = 0,5$  см от оптической оси, точки  $B$  и  $C$  лежат на оптической оси и расположены относительно точки  $F$  на расстояниях  $b = 2$  см и  $b/2 = 1$  см соответственно. Оптическая сила линзы  $D = 10$  дптр.



4. В откачанном пространстве вертикально стоит цилиндрический сосуд, перекрытый сверху подвижным поршнем массы  $M = 320$  кг. Под поршнем находится одноатомный газ при температуре  $T = 300$  К и давлении  $P = 10^5$  Па. Внутреннее сечение цилиндра  $S = 10$  см<sup>2</sup>, высота той части сосуда, внутри которой находится газ,  $H = 2$  м. Поршень отпустили, он начал двигаться. Газ сжимается адиабатически.
- 1) Найдите температуру газа при прохождении поршнем положения равновесия.
  - 2) Чему равна скорость поршня при прохождении им положения равновесия?

5. В магнитном поле с большой высоты падает кольцо радиуса  $a = 0,5$  м и массой  $m = 250$  гр. Сопротивление кольца  $R = 10$  Ом. Плоскость кольца всё время горизонтальна. Найдите установившуюся скорость падения кольца, если вертикальная составляющая индукции магнитного поля изменяется по закону  $B = B_0(1 + \alpha h)$ ,  $B_0 = 1$  Тл,  $\alpha = 0,5$  м<sup>-1</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь.

6. Два шарика массой  $M = 250$  г каждый прикреплены невесомой пружинной жесткости  $k = 10$  Н/м (рисунок а). К ним через невесомые нити прикреплены еще два шарика массы  $m = 150$  г ( $m < M$ ) так, что вся система образует квадрат со стороной  $L = 25$  см, покоющийся на горизонтальном гладком столе. Затем эта связка постепенно раскручивается на столе вокруг ее центра масс до тех пор, пока квадрат не превратится в ромб с углом  $\alpha = 60^\circ$  при вершинах, в которых находятся шарики массы  $M$  (рисунок б). Определить угловую скорость вращения связки.



Number  
N1

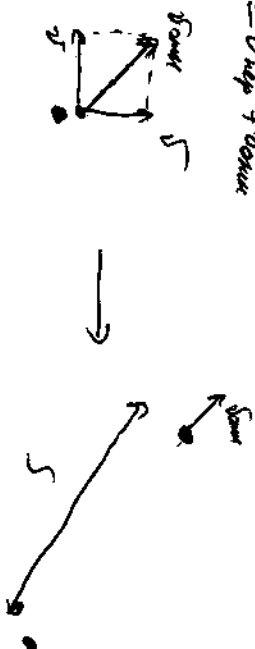


$$v = 16 \frac{m}{s}$$

$$s = 50 m$$

$$t = ?$$

Kecepatan & समय अवधि या, समय  
 वेगमानक:  
 $v_{net} = v_{up} + v_{down}$

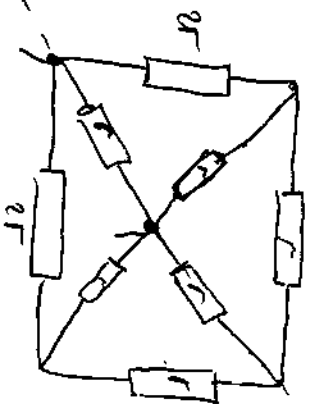


Kecepatan:  
 $v_{down} = \sqrt{v^2 + v^2} = 25\sqrt{2}$

$v_{down} t = s$

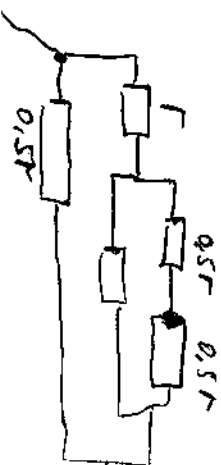
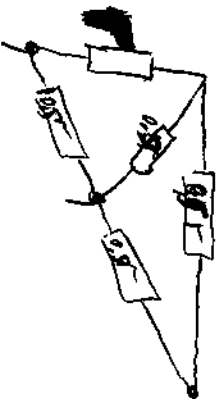
Ditanya:  
 $t = \frac{s}{v_{down}} \approx 2,21 \text{ det}$

N/2



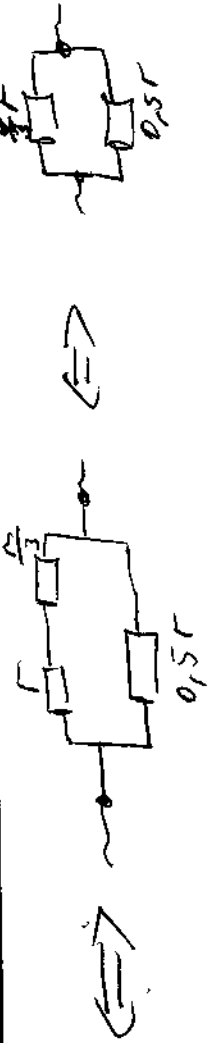
Untuk mencari arus, menggunakan  
 hukum A & D.

the nodes "currents" every corner, give sign  
 perbedaan & any arus:



cepatnya /

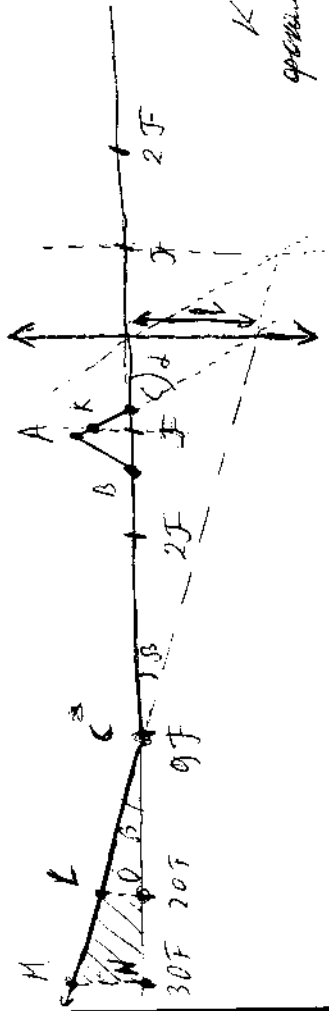
Условие



$$r_{\text{общ}} = \frac{4}{11} r$$

Ответ:

N3



K - мочка вып-ва, при вып-вах  
справедливы мл-мил.

$D = 10 \text{ дтр}$   
 $b = 2 \text{ см}$   
 $h = 0,5 \text{ см}$   
 $S = ?$

По условию угол наклона луча равен  $2\alpha$  и  $2\alpha = 10^\circ$ .

Угловое поле зрения  $ABK$  будет  $2\alpha$ .  
 Следовательно, м.к. она равна  $2\alpha = 10^\circ$ .

По условию:  $F = \frac{1}{D} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}$

$$d_c = F - \frac{b}{2} = 9 \text{ см}$$

$$d_B = F + b = 12 \text{ см}$$

$$\Rightarrow d_A = \frac{d_c + d_B}{2} = 10,5 \text{ см}$$

2. Угол зрения  $ABK$  равен  $2\alpha$  и  $2\alpha = 10^\circ$ .

$$\frac{1}{d_c} - \frac{1}{f_c} = \frac{1}{F}$$

$$f_c = \frac{F d}{F - d} = 90 \text{ см} = 9F$$

1. Угол зрения  $ABK$  равен  $2\alpha$  и  $2\alpha = 10^\circ$ .

Угловое поле зрения  $ABK$  равно  $2\alpha$ .

2. Угол зрения  $ABK$  равен  $2\alpha$  и  $2\alpha = 10^\circ$ .

$$l = d_c \cdot \tan \alpha = f_c \cdot \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{l}{d_A - d_c} = \frac{0,5 \text{ см}}{1,5 \text{ см}} = \frac{1}{3}$$

$$\tan \alpha = \frac{d_c}{f_c} \cdot \tan \alpha = \frac{1}{30}$$

$$L_0 = (20 \text{ J} - 5 \text{ J}) \text{ kg} \cdot \text{s} = 11 \text{ J} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}$$

Skizzenwerte  $MW = 21 \text{ J} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}$

$$ND = 90 \text{ J}.$$

$$S = \frac{1}{2} (v_0 + v_1) \cdot \Delta t$$

$$S = \frac{10 \text{ J}}{2} \cdot (11 \text{ J} \cdot \text{kg} \cdot \text{s} + 21 \text{ J} \cdot \text{kg} \cdot \text{s})$$

$$S = 5 \text{ J} \cdot 32 \text{ J} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}$$

$$S = \frac{160}{30} \text{ J}$$



Antwort:  $S = \frac{16}{3} \text{ J} \approx 5,3,3 \text{ W}^2$

N 4

10 gas. quasistatisch:  $PV^d = \text{const}$

$$PV^d = \text{const}$$

$$M = 320 \text{ kg}$$

$$P = 10^5 \text{ Pa}$$

$$S = 10 \text{ cm}^2 = 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$T = 300 \text{ K}$$

1)  $T^* = ?$

2)  $v^* = ?$

1)

Permanente

Konstante

Konstante



$$a = 0 \Rightarrow P^* S = M g$$

$$P^* = \frac{M g}{S}$$

1

$$d = 3$$

$$PV^d = \text{const} \Rightarrow \frac{P^* v^*}{P^* v^*} = \text{const}$$

$$d = \frac{5}{3}$$

$$\frac{T^*}{T} = \text{const}$$

$$\frac{P^*}{P} = \text{const}$$

$$\frac{T^*}{P^*} = \text{const}$$

$$\frac{T^{\frac{5}{2}}}{P^2} = \frac{T^{\frac{5}{2}}}{P^{\frac{5}{2}}}$$

$$\frac{T^*}{T} = \left(\frac{P^*}{P}\right)^{\frac{2}{5}}$$

$$\boxed{T^* = \left(\frac{Mg}{PS}\right)^{\frac{2}{5}} \cdot T = 4T = 1200K}$$

2) Нэгжгнүүлэх

$$P, V, \delta = \text{const}$$

$$P \cdot V^{\frac{5}{3}} = P^* \cdot V^{\frac{5}{3}}$$

$$P \cdot H^{\frac{5}{3}} = P^* \cdot H^{\frac{5}{3}}$$

$$H^* = \left(\frac{P}{P^*}\right)^{\frac{3}{5}} \cdot H = \frac{H}{8}$$

Замууруу 3 CD:

$$\frac{3}{2} \nu R T + MgH = \frac{3}{2} \nu R T^* + MgH^* + \frac{Mv^2}{2}$$

$$\frac{7}{8} MgH - \frac{9}{2} \nu R T = \frac{Mv^2}{2}$$

нэг үзүүлэлтээр харахад  $MgH - 9PS = Mv^2$

$$PV = \nu RT$$

$$PMS = \nu RT$$

$$\frac{7}{8} MgH - 9PS = Mv^2$$

$$v^2 = H \cdot \left(\frac{7}{8}g - 9PS\right)$$

$$\boxed{v = \sqrt{\left(\frac{7}{8}g - 9PS\right)H} \approx 5,42 \frac{m}{c}}$$

Өндөр:  $1) T^* = \left(\frac{Mg}{PS}\right)^{\frac{2}{5}} T = 4T = 1200K$   
 $2) v = \sqrt{\left(\frac{7}{8}g - 9PS\right)H} \approx 5,42 \frac{m}{c}$

0

$B_0 = B_0 (1 + \alpha h)$

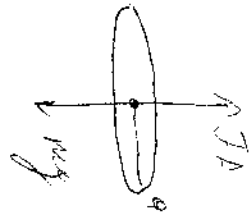
$B_0 = 1 \text{ Tm}$

$\alpha = 0,5 \text{ m}^{-1}$

$R = 10 \text{ kN}$

$a = 0,5 \text{ m}$

$u = ?$



$EA = 1 \text{ Bm}^2 \text{ m} ; \alpha = 90^\circ ; L = 2 \text{ m}$

$I = \frac{\xi}{R} ; \xi = \frac{u}{\sin \alpha} \cdot 2 \text{ m}$

$\delta(u) = B(h) = (B_0 + \alpha h \cdot B_0) \cdot u = C + B_0 \alpha u$

$B(u) = B_0 \alpha u$

$B(u_{y=1}) = B_0 \alpha u_{y=1}$

$u_{y=1} \Rightarrow Q = 0 \rightarrow u_{y=1} = 1 \text{ m}$

$u_{y=1} = \frac{B_0 \alpha u \cdot \sin \alpha}{R} \cdot B_0 \alpha u \cdot 2 \text{ m}$

$u_{y=1} R = B_0^2 \cdot \alpha^2 \cdot 4 \text{ m}^2 \cdot u^2$

$u = \frac{u_{y=1} R}{(B_0 \alpha \cdot 2 \text{ m})^2}$

$u = \frac{3 \cdot \frac{10 \text{ kN}}{(10 \cdot 0,5 \text{ m})^2}}{10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{m}^2}$

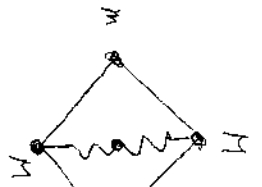
Problem:

N.B.

- $N = 0,25 \text{ kN}$
- $K = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
- $M = 0,15 \text{ kN}$
- $L = 0,25 \text{ m}$

$\alpha = 60^\circ$

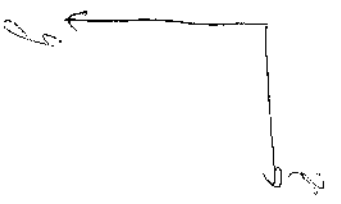
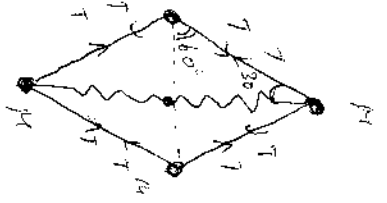
$u = ?$



Spannweite & Gesamtlänge

Spannweite & Gesamtlänge

Bei einer Verschiebung  
 parallel & senkrecht  
 zur Spannweite



Spannweite

Нормальная составляющая  $\Delta R =$

нормальная

~~$\Delta R = R \cdot \cos 30^\circ$~~

$$\Delta R = 2L \cos 30^\circ = 2L \cos 45^\circ = 2L (\cos 30^\circ \cdot \cos 45^\circ)$$

$$\Delta R = L \cdot (\sqrt{3} \cdot \sqrt{2})$$

Заменив  $2 \cdot \sqrt{2} \cdot L$  - половина груза  $M$  в  $m$   $\omega$   $\cos 45^\circ$   
на  $\Delta R$  и  $Oy$ :

$$Mg \cdot \cos 45^\circ = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

$$K \Delta R + 2T \cos 30^\circ = M \omega^2 L \cos 30^\circ$$

$$2T \cos 60^\circ = M \omega^2 L \cos 60^\circ$$

$$\frac{M \omega^2 L \cos 30^\circ - K \Delta R}{M \omega^2 L \cos 60^\circ} = \frac{\cos 30^\circ}{\cos 60^\circ} = \sqrt{3}$$

$$\frac{M \omega^2 L \cdot \sqrt{3}}{2} - K \Delta R = \frac{M \omega^2 L \sqrt{3}}{2}$$

$$(M - m) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \omega^2 L = K \Delta R$$

$$(M - m) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \omega^2 R = K \cdot (\sqrt{3} \cdot \sqrt{2}) L$$

$$\omega^2 = \frac{2K \cdot (1 - \sqrt{\frac{2}{3}})}{M - m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2K(1 - \sqrt{\frac{2}{3}})}{M - m}} \approx 6,05 \text{ сек}^{-1}$$

ответ: