Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

117249

83

Шифр ________________

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Соколов Александр Дмитриевич

Город, № школы (образовательного учреждения) ГБОУ школа №1580

Регистрационный номер 1970

Вариант задания 2, 4

Дата проведения «17» февраля 2019 г.

Подпись участника ________________

С работой ознакомлен 26.02.19

Восемьдесят

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

117249

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
5	10	15	15	10	25					80

Шифр ________________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

249

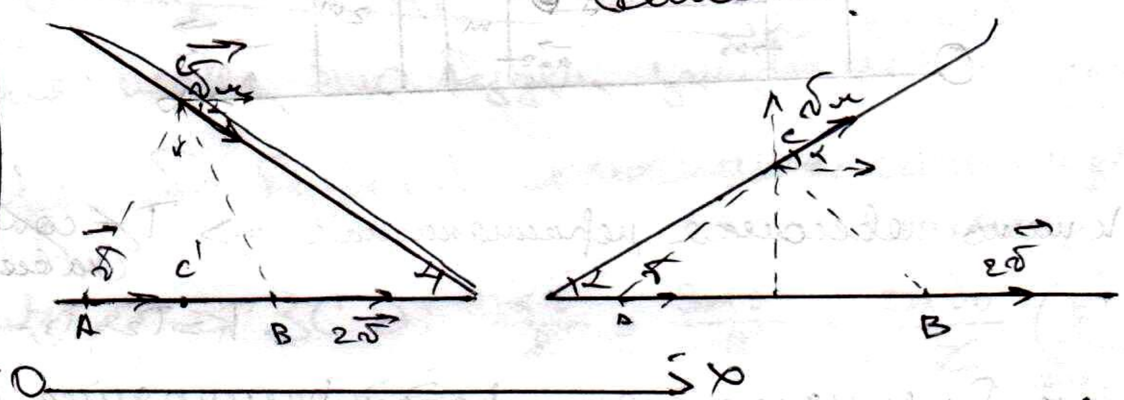
Вариант № 2

№3

Дано:
v, $2v$
$\alpha = 30^0$
$AB = BC$

$v_м$ – ?

Решение.



1) Возможно 2 случая расположения дорог (смотри рис) но т.к в задаче нас интересует лишь горизонтальная проекция скорости мотоцикла ($v_{мx} = v_м \cos\alpha$) => не важно как они расположены

15

2) Т.к $\triangle ABC$ – равнобедренный => проекция мотоциклиста на ось дороги автомобилей будет находится в центре AB.

3) пусть за некоторое время t, авт A пройдет $S_A = vt$, B пройдёт $S_B = 2vt$ =>

=> $AB = 2vt - vt = vt$

4) за это же время, горизонтальная проекция ~~скорости~~ мотоциклиста (его скорости) пройдёт $S_м = v_м \cos\alpha \cdot t$, и AC' (см рис) $= S_м - S_A = v_м \cos\alpha t - vt$ а это в свою очередь, с другой стороны равно $\frac{AB}{2} = \frac{vt}{2}$

приравняем: $v_м \cos\alpha \cancel{t} - v\cancel{t} = \frac{v\cancel{t}}{2}$ => $v_м = \frac{3v}{2\cos\alpha} = \frac{3v \cdot \cancel{2}}{\cancel{2} \cdot \sqrt{3}} =$

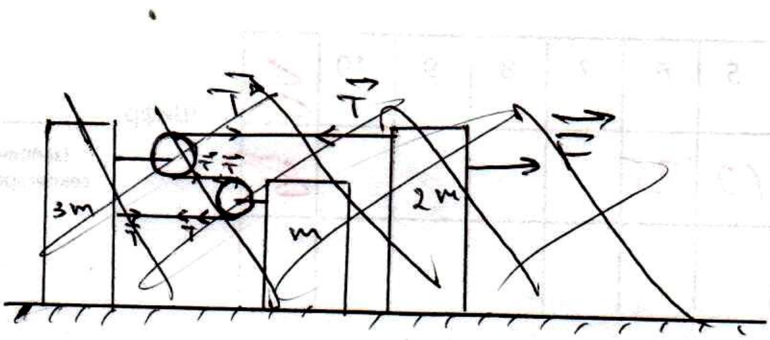
$= \sqrt{3}\,v$

Ответ: $\sqrt{3}\,v$ или $1{,}73 v$

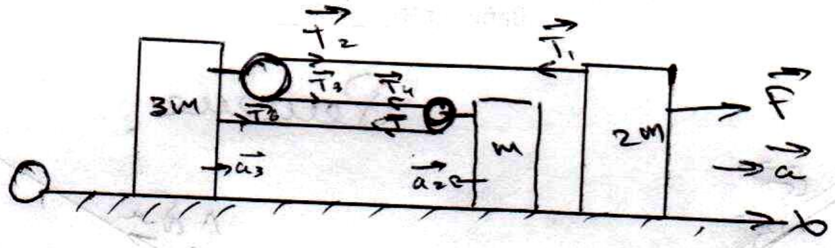
№5. Решение.

Дано:
3m, m, 2m
T = 1Н

F - ?



1)



1) Т.к нить невесомая нерастяжимая => T = const (сила) на всех

$T_1 = T_2 = T_3 = \ldots = T$

2) Пусть блок массой 2m пройдёт расстояние Δh за некоторое Δt, т.к нить нерастяжимая =>
=> блоки массой m и 3m сближаются на Δh

3) Дин ур-е движения на Ox для блоков массой m и 3m:

$$Ox: \begin{cases} 3T = 3m \cdot a_3 \\ 2T = m \cdot a_2 \end{cases} \Rightarrow a_2 = 2a_3 \Rightarrow \Delta h = h_1 + h_2$$

где $v_1 = 0$, $v_2 = 0$ => $\left.\begin{matrix} h_1 = \frac{a_2 \Delta t^2}{2} \\ h_2 = \frac{a_3 \Delta t^2}{2} \end{matrix}\right\} \Delta h = \frac{(a_2 + a_3)\Delta t^2}{2}$

с другой стороны: $\Delta h = \frac{a \Delta t^2}{2}$ - где a - ускорение блока массой 2m

$$\Rightarrow \frac{a \Delta t^2}{\cancel{2}} = \frac{(a_2 + a_3)\Delta t^2}{\cancel{2}} \Rightarrow a = 2a_3 + a_3 = 3a_3$$ 10

4) Дин ур-е движения для блока массой (2m), и 3m.

$Ox: F - T = 2ma = 6ma_3 \Rightarrow F = 6T + T = 7T = 7Н.$?

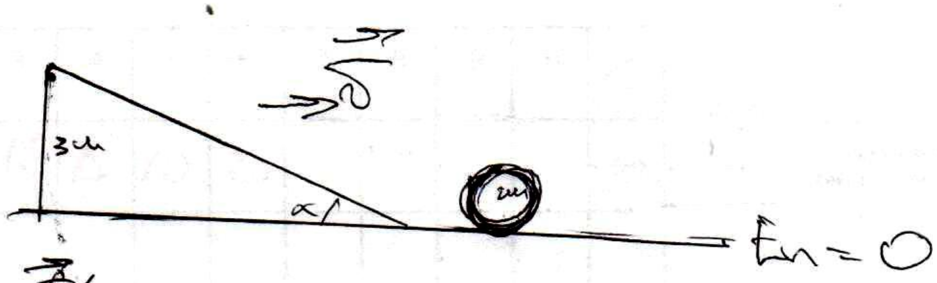
$3T = 3ma_3 \Rightarrow ma_3 = T$

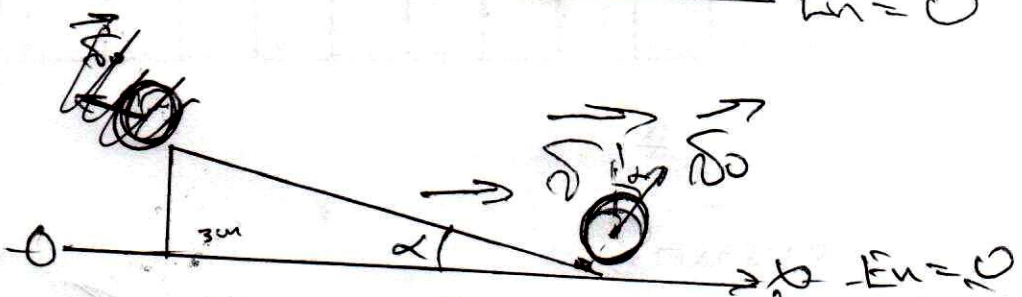
Ответ: 7Н.

№6. Решение.

Дано:
3m, 2m
$\upsilon' = \frac{1}{2}\upsilon$

α - ?





1) т.к. для шара это будет центральный удар =>
=> $\upsilon_{шара} = \upsilon_0$ будет $\perp$ ~~...~~ гипотенузе клина: $\angle$ с верш $= \alpha$.

2) т.к. $F_{тр} = 0$ => ЗСЭ: $\frac{3m\upsilon^2}{\cancel{2}} = \frac{3m\upsilon'^2}{\cancel{2}} + \frac{2m\upsilon_0^2}{\cancel{2}}$. (Еп шара = 0 т.к. мы рассматриваем случай сразу после удара)

а также т.к. по Ox никаких вн. сил нет =>
ЗСИ: Ox: $3m\upsilon = 3m\upsilon' + 2m\upsilon_0 \sin\alpha$.

$$\div\begin{cases} 3\upsilon^2 = 3\upsilon'^2 + 2\upsilon_0^2 \\ 3\upsilon = 3\upsilon' + 2\upsilon_0\sin\alpha \end{cases} \qquad \frac{\cancel{3(\upsilon - \upsilon')}(\upsilon + \upsilon')}{\cancel{3(\upsilon - \upsilon')}} = \frac{\cancel{2}\upsilon_0^{\cancel{2}}}{\cancel{2\upsilon_0}\sin\alpha}$$

$\upsilon + \upsilon' = \frac{\upsilon_0}{\sin\alpha}$ => $\upsilon_0 = \sin\alpha(\upsilon + \upsilon') = \sin\alpha\left(\frac{3}{2}\upsilon\right)$

3) $\cancel{3}\cancel{\upsilon} = \frac{\cancel{3}}{2}\cancel{\upsilon} + \cancel{2}\sin\alpha \cdot \sin\alpha\,\frac{\cancel{3}}{\cancel{2}}\cancel{\upsilon}$

$0{,}5 = \sin^2\alpha$; $\sin\alpha = \pm\frac{1}{\sqrt{2}}$, но по усл задачи ~~...~~

=> $\sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$ => $\alpha = 45°$

Ответ: 45°

25

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 117249

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2

№1

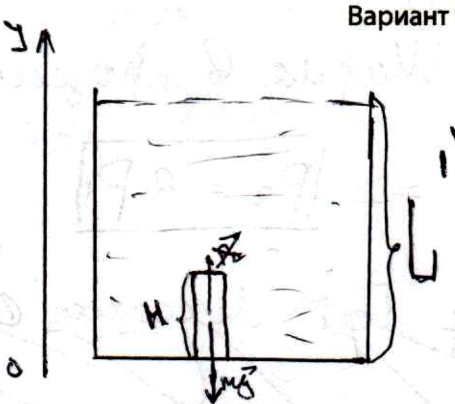
Дано:

$m_ш = 0,1$ кг

$D = 0,06$ м

$H = 0,02$ м

$p_н - p_в$ - ?



Решение.

1) $\rho_ш = \frac{m_ш}{V_ш} = \frac{4 \cdot m_ш}{\pi D^2 \cdot H} \approx 1768,4 \frac{кг}{м^3}$.

Оценим погружение: т.к шайба плавает $\Rightarrow a = 0$

т.о: Для ур-е движения на ось OY:

$F_{арх} - mg = 0$, где $F_{арх} = \rho_ж g V_x$, V_x – объём погруженной части.

т.о. $\rho_ж g V_x - \rho_ш \cdot V_ш g = 0$ $V_x = \frac{\rho_ш}{\rho_ж} \cdot V_ш$ > чем $V_ш$ т.к $\rho_ш > \rho_ж$

таким образом тело погрузится на дно

2) по определению Сила архимеда это разность давлений на нижнее и верхнее основание $\Rightarrow \cancel{p_н - p_в = F_A = \rho_ж g V_ш =}$

$\cancel{= \rho_ж g \cdot \frac{\pi D^2}{4} H = \frac{\rho_ж g \pi D^2 H}{4} = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 3,14 \cdot 0,06^2 \cdot 0,02}{4} \approx 0,56}$ Па.

~~Ответ: 0,56 Па.~~

где это сказано

5

Но т.к. тело придавлено к дну ? силой тяжести $\Rightarrow$ вода не подтекает под шайбу и давления снизу не будет.

Таким образом разность давлений это $p_в = \rho g (L - h)$ где L – расстояние от верха до дна сосуда, в котором вода.

№34

Дано:

p_1, V_1, T_1,

1-2 $V=const$
$T_2=2T_1$

2-3 $p=const$
$V_3=4V_1$

3-1 $pV^n=const$

U_1

$n-?$

$p(V)$, $U(p)$

Решение.

1) ~~ур-е Клапейрона-Менделеева для 1-2~~

$\cancel{p_1V_1=\nu RT_1}$, ~~где~~ $\cancel{V_1=V_2}$

$\cancel{p_2V_2=\nu RT_2}$ $\cancel{T_2=4T_1} \Rightarrow$

$\cancel{p_1V_1=\nu RT_1}$

$\cancel{p_2V_1=}$

по з-ну Шарля в процессе 1-2.

$$\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \boxed{p_2=2p_1}$$

2) ~~по з-ну Гей-Люссака в процессе 2-3.~~

$\cancel{\frac{V_2}{T}}$

2) из усл-я в процессе 3-1 $pV^n=const \Rightarrow$

$p_3V_3^n=p_1V_1^n \Rightarrow$ т.к в процессе 2-3 $p=const \to p_3=p_2=2p_1$

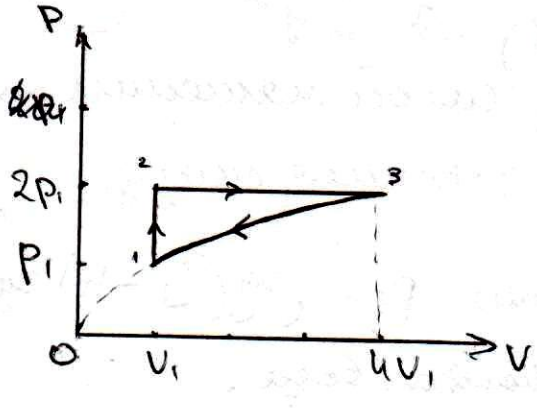
по усл-ю $V_3=4V_1 \Rightarrow$

$2p_1\cdot 4^n \cancel{V_1^n}=\cancel{p_1V_1^n}$ $\quad 2\cdot 4^n=1 \quad 4^n=\frac{1}{2}$

$$n=\log_4\frac{1}{2}=-\frac{1}{2}\log_2 2=-\frac{1}{2} \Rightarrow n=-\frac{1}{2}; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pV^n=const;\ p=\frac{const}{V^n}=const\cdot V^{\frac{1}{2}}=const\sqrt{V} \Rightarrow$$

гр-к будет иметь вид:



15

1-2 - изохорный процесс
2-3 - изобарный процесс
3-1 - $p=const\sqrt{V}$

3) по з-ну Гей-Люссака

$\frac{V}{T} = const \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$; где $T_2 = 2T_1$

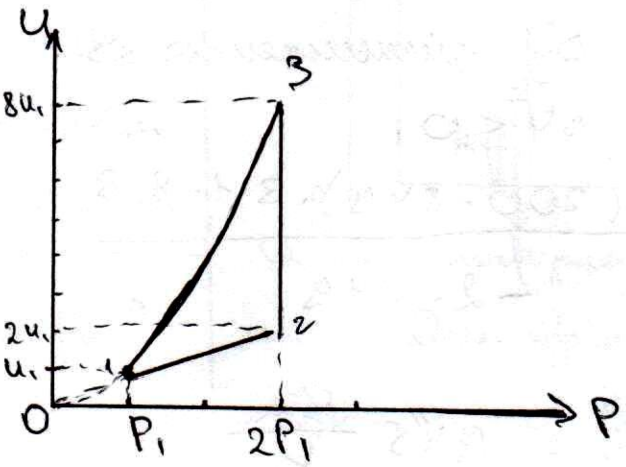
$V_2 = V_1$; $V_3 = 4V_1$

$\frac{V_1}{2T_1} = \frac{4V_1}{T_3} \Rightarrow \boxed{T_3 = 8T_1}$

4) $U_1 = \frac{i}{2}\nu R T_1$

$U_2 = \frac{i}{2}\nu R T_2 = \frac{i}{2}\nu R \cdot 2T_1 = 2U_1$

$U_3 = \frac{i}{2}\nu R T_3 = \frac{i}{2}\nu R \cdot 8T_1 = 8U_1$



5) В процессе 1-2 по з-ну Шарля

$p = const\, T$ – линейная з-ть (прямая пропорц-ть)

В процессе 2-3 $p = const$

В процессе 3-4:

$pV^{-\frac{1}{2}} = const \Rightarrow V = \frac{p^2}{const^2}$

$pV = \nu R T$

(ур-е Клапейрона-Менделеева)

$\Rightarrow p \cdot \frac{p^2}{const^2} = \nu R T.$

$p^3 = \frac{\nu R}{const^2} T$;

$p = \sqrt[3]{\frac{\nu R}{const^2}} \cdot \sqrt[3]{T}$

Т.о. т.к. в пункте 5 мы определили зависимость $P(T)$ во всех процессах $\Rightarrow$ т.к. $U(T)$ – линейная.

$\Rightarrow$ 1-2: $U = \frac{i}{2}\nu R T = \underbrace{\left(\frac{\frac{i}{2}\nu R}{const}\right)}_{const} \cdot p$ – прямая пропорциональность

2-3 $U = \frac{i}{2}\nu R T$, но $p = const \rightarrow$ прямая $\parallel$ оси OU.

3-1 $U = \frac{i}{2}\nu R T$, $T = \left(\frac{const^2}{\nu R}\right) p^3 \rightarrow$

$U = \underbrace{\left(\frac{i}{2}\cancel{\nu R} \cdot \frac{const^2}{\cancel{\nu R}}\right)}_{const} p^3$ – степенная зав-ть.

Ответ: – 0,5

№2

Дано:

$\nu = 1$ моль

Ид-1ат газ =>

$i = 3$

$A = 200$ Дж

$|\Delta U| = 249$ Дж где $\Delta T < 0$

C - ?

Решение.

1) $C = \dfrac{Q}{\Delta T}$, где по I з-ну Термодинамики

$Q = A + \Delta U$

$C = \dfrac{A + \Delta U}{\Delta T}$

10

2) $\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \Delta T = \dfrac{2\Delta U}{i \nu R}$.

3) $C = \dfrac{(A + \Delta U) i \nu R}{2 \Delta U}$ т.к ΔU уменьшается => $\Delta U < 0$

$\Rightarrow C = \dfrac{(A - |\Delta U|) i \nu R}{-2|\Delta U|} = \dfrac{(200 - 249) \cdot 3 \cdot 1 \cdot 8{,}3}{-2 \cdot 249} =$

$= \dfrac{-49 \cdot 3 \cdot 8{,}3}{-2 \cdot 249} = \dfrac{49 \cdot \cancel{3} \cdot \cancel{83}}{20 \cdot \cancel{249}} = 2{,}45 \dfrac{Дж}{К}$

4) Доп: $C_\mu = \dfrac{C}{\nu} = \dfrac{2{,}45}{1} = 2{,}45 \dfrac{Дж}{моль \cdot К}$.

Ответ: $2{,}45 \dfrac{Дж}{К}$.

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

3(три) Бур

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						3				3

117249

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 4

Дано:

$m = 500$ кг

$V = 0{,}55\ м^3$

$S = 0{,}01\ м^2$

$C_y = 0{,}5$

$C_x = 0{,}15$

$S_п = 0{,}05\ м^2$

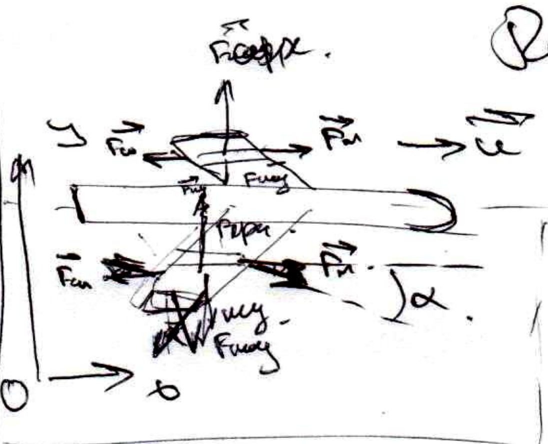
---

u - ?

$F_т$ - ?

$P_{1,2}$ - ?

Решение.



3

1) Запишем динамическое ур-е движения для крыла.

OX: $\cancel{F_{сопр} \sin\alpha} - F_{сопр}\cos\alpha + F_{под}\sin\alpha + F_{тяги}\cdot\cancel{\sin\alpha}\ \cos\alpha = 0$

OY: $F_{арх} - F_{под}\cos\alpha + F_{сопр}\sin\alpha - F_{тяги}\ \cancel{\cos\alpha}\ \sin\alpha = 0$.

$F_{тяги} = F_{под} + \cancel{F_{сопр}\,ctg\,\alpha}$

$F_{тяги} = \frac{F_{арх}}{\cos\alpha} - F_{под} - F_{сопр}\,tg\,\alpha$.

$\begin{cases} F_{тяги} = F_{сопр} - F_{под}\,tg\,\alpha \\ F_{тяги} = \frac{F_{арх}}{\sin\alpha} - F_{под}\,ctg\,\alpha + F_{сопр} \end{cases} \Rightarrow \cancel{F_{сопр}} - F_{под}\,tg\,\alpha = \frac{F_{арх}}{\sin\alpha} - F_{под}\,ctg\,\alpha + \cancel{F_{сопр}}$

$F_{под}\,(tg\,\alpha - ctg\,\alpha) = \frac{F_{арх}}{\sin\alpha}$.

$OX: -F_{сопр} \cos\alpha + F_{тяги} \cos\alpha - F_{под} \sin\alpha = 0$

$OY: F_{ар} - mg - F_{под} \cos\alpha + F_{сопр} \sin\alpha - F_{тяги} \sin\alpha$