Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21204168**

ID профиля: **811547**

Вариант 1

Чистовик

№1

Дано:

$h_2 = H$

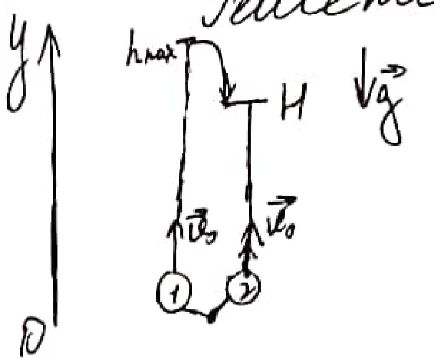
$\upsilon_1 = \upsilon_{02} = \upsilon_0$

а) $t - ?$

б) $\upsilon_0 - ?$

в) $\cancel{t_1} - ?$

Решение:



а) 1) Запишем ур-е движения 1го ~~шарика~~ мяча в проекции на Oy:

$h_{max} = \upsilon_0 \tau - \frac{g\tau^2}{2}$, τ - время полёта до h_{max}

2) $\upsilon_1 = \upsilon_0 - g\tau$

$\upsilon_1 = 0$, $\upsilon_0 = g\tau$ (4) $\Rightarrow h_{max} = g\tau^2 - \frac{g\tau^2}{2} = \frac{g\tau^2}{2}$ (1)

3) Ур-е движения на участке $h_{max} \Rightarrow H$ для 1го ~~шарика~~ мяча:

$\cancel{H} + h_{max} - H = \frac{gt^2}{2}$ (2)

4) Ур-е движ. 2го мяча:

$H = \upsilon_0 t - \frac{gt^2}{2}$ (3)

5) Из (1), (2) и (3) получим:

$\begin{cases} h_{max} = \frac{g\tau^2}{2} \\ h_{max} - H = \frac{gt^2}{2} \\ H = \upsilon_0 t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$ Подставим (4): $\begin{cases} h_{max} = \frac{g\tau^2}{2} \\ h_{max} - H = \frac{gt^2}{2} \\ H = g\tau t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$ $\begin{cases} \frac{gt^2}{2} = \frac{g\tau^2}{2} - H, \\ H = g\tau t - \frac{gt^2}{2}; \end{cases}$

$\begin{cases} \frac{g\tau^2}{2} = \frac{gt^2}{2} + H \quad | \times 2, \\ H = g\tau t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$ $\begin{cases} \tau = \sqrt{\frac{2H + gt^2}{g}}, \\ H = g\tau t - \frac{gt^2}{2}; \end{cases}$ $\Rightarrow H = \frac{g\sqrt{2H + gt^2}\,t}{\sqrt{g}} - \frac{gt^2}{2}$

$H + \frac{gt^2}{2} = t\sqrt{2gH + g^2t^2}$, $2H + gt^2 = 2t\sqrt{2gH + g^2t^2}$ / (возвед. в квадрат)

$4H^2 + 4gHt^2 = 4t^2(2gH + g^2t^2) - g^2t^4$

$3g^2t^4 + 4Hgt^2 - 4H^2 = 0$, $gt^2 = x$, $(x > 0)$

$3x^2 + 4Hx - 4H^2 = 0$.

$D = 16H^2 + 48H^2 = 64H^2$

Чистовик

$x_1 = \frac{-4H-8H}{6} = -2H$ — не уд. усл.

$x_2 = \frac{-4H+8H}{6} = \frac{2}{3}H$

Сделаем обратную замену:

$gt^2 = \frac{2}{3}H$

$t^2 = \frac{2H}{3g}$, $t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{2H}{3g}}$

б) 1) $\cancel{h_{max} - H = \frac{gt^2}{2}}$

$\cancel{\frac{gt^2}{2} - v_0 t + \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2}}$

$H = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

$v_0 = \frac{H + \frac{gt^2}{2}}{t}$, $v_0 = \frac{H + \frac{2Hg}{6g}}{\sqrt{\frac{2H}{3g}}} = \frac{\frac{4H}{3}}{\sqrt{\frac{2H}{3g}}} = \frac{4H\cdot\sqrt{3g}}{3\sqrt{2H}} = \frac{2\sqrt{2H\cdot 3g}}{3} = \frac{2\sqrt{6gH}}{3}$

Ответ: $v_0 = \frac{2\sqrt{6gH}}{3}$

в) $l_1 = h_{max} + h_{max} - H = 2h_{max} - H = g\tau^2 - v_0 t + \frac{gt^2}{2} =$

$=$ Т.к. $v_0 = g\tau$, то $\tau = \frac{v_0}{g}$. Значит:

$l_1 = \frac{g\cdot v_0^2}{g^2} - v_0 t + \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - v_0 t + \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{g} - t\left(v_0 - \frac{gt}{2}\right)$

$\cancel{l = \frac{4\cdot 6gH}{9g} - \sqrt{\frac{2H}{3g}}\cdot\frac{2\sqrt{6gH}}{3} + \frac{2gH}{6g} = \frac{24g}{24H} - \frac{2\sqrt{12gH^2}}{3\sqrt{3g}} + \frac{H}{3} =}$

$\cancel{= 24\frac{1}{3}H - \frac{4H}{3} = 24\frac{1}{3}H - 1\frac{1}{3}H = 23H}$

$l_1 = \frac{4\cdot 6gH}{9\cdot g} - \frac{2\sqrt{6gH}}{3}\cdot\sqrt{\frac{2H}{3g}} + \frac{g\cdot 2H}{2\cdot 3g} = \frac{8H}{3} + \frac{H}{3} - \frac{2}{3}\sqrt{\frac{12gH^2}{3g}} =$

$= \frac{9H}{3} - \frac{4H}{3} = \frac{5H}{3}$

Ответ: $l_1 = \frac{5H}{3}$.

Чистовик

№3

Дано:

$m = 0{,}007$ кг

$T = 81°C = 354 K = const.$

$V_0 = 3{,}5 V_2$

$p_2 = 1{,}8 p_0$

$p_{н.п.} = 0{,}5 \cdot 10^5$ Па

$M = \cancel{1{,}8}\ 18$ г/моль $= 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

1) p_0 – ?

2) V_2 – ?

Решение:

1. Закон Менделеева-Клапейрона:

$pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$

2. $\cancel{p}$ Т.к. процесс изотерм., а пар считается идеальным газом, то выполняется закон Бойля-Мариотта:

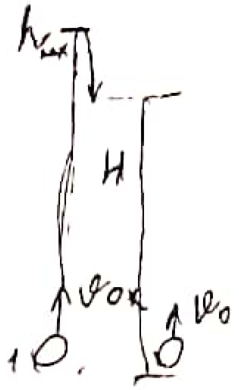
$p_0 V_0 = p_2 V_2$

3. $p_{н.п.} V_0 = \frac{m}{M} RT$

$V_0 = \cancel{p_{н}}\ 0{,}5 \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 10^{-3}$

Черновик

№1



$\cancel{H=\frac{g\tau^2}{2}}$, 1. $H_{max}=v_0\tau-\frac{g\tau^2}{2}$

$v=v_0-g\tau$

$0=v_0-g\tau$

$v=g\tau \Rightarrow H_{max}=\frac{g\tau^2}{2}$, $\tau=\sqrt{\frac{2h}{g}}$

2. $h_{max}-H=\frac{gt^2}{2}$

$T=t+\tau$, $t-?$

3. $H=\cancel{\frac{g\tau^2}{2}}v_0t-\frac{gt^2}{2}$

$v_2=v_0-gt$

$\frac{g\tau^2}{2}-v_0t+\cancel{\frac{gt^2}{2}}=\cancel{\frac{gt^2}{2}}$

$v_0t=\frac{g\tau^2}{2}$

$g\tau t=\frac{g\tau^2}{2}$

$t=\frac{\tau}{2}$

$mgh=\frac{\cancel{m}v_0^2}{2}$, $mgH+\frac{mv_2^2}{2}=\frac{mv_0^2}{\cancel{m}2}$

$v_0^2=2gh$

$h=\frac{g^2t^2}{2g}$

$\cancel{m}gh=\cancel{m}gH+\frac{\cancel{m}v_2^2}{2}$

$g(h-H)=\frac{v_0^2}{2}-v_0gt+\frac{g^2t^2}{2}$

$2g\left(\cancel{\frac{gt^2}{2h}}-v_0t+\frac{gt^2}{2}\right)=v_0^2-2v_0gt+g^2t^2$

$2gh-2v_0gt+g^2t^2=v_0^2-2v_0gt+g^2t^2$

1) $h_{max}=v_0\tau-\frac{g\tau^2}{2}=\frac{g\tau^2}{2}$

2) $v_1=0=v_0-g\tau$

$v_0=g\tau$

3) $h_{max}-H=\frac{gt^2}{2}$

4) $H=v_0t-\frac{gt^2}{2}$

5) $\frac{\cancel{m}v_0^2}{2}=\cancel{m}gh_{max}$

1) $h_{max}=\frac{g\tau^2}{2}$

2) $h_{max}-H=\frac{gt^2}{2}$

3) $H=g\tau t-\frac{gt^2}{2}$

$H=h_{max}-\frac{gt^2}{2}=\frac{g}{2}(\tau^2-\frac{gt^2}{2})$

$\frac{g\tau^2}{2}=H+\frac{gt^2}{2}$, $\tau=\sqrt{\ }$

$g\tau^2=2H+gt^2$

$\tau=\sqrt{\frac{2H+gt^2}{g}}$

$H+\frac{gt^2}{2}$

$H=\frac{gt\sqrt{2H+gt^2}}{\sqrt{g}}-\frac{gt^2}{2}$

$2H=2\sqrt{2Hg+g^2t^2}-gt^2=2H+gt^2=2\sqrt{2Hg+g^2t^2}$

1

Черновик

$\cancel{4H^2+4gHt^2+g^2t^4=4(2Hg+g^2t^2)}$

$2H=2\sqrt{g}\,t\sqrt{2H+gt^2}-gt^2$

$2H+gt^2=2\sqrt{2gHt^2+g^2t^4}$

$4H^2+4gHt^2+g^2t^4=8gHt^2+4g^2t^4$

$4H^2-4gHt^2-3g^2t^4=0$

$3g^2t^4+\cancel{4g}4Hgt^2-4H^2=0$

$gt^2=x>0$

$D=$

$3x^2+4Hx-4H^2=0$

$D=16H^2+48H^2=64H^2=(8H)^2$

$x_1=\cancel{\frac{-4H-8H}{6}}$ $\quad x_2=\frac{-4H+8H}{6}=\cancel{4/2H}\ \frac{2}{3}H$

$gt^2=\frac{2}{3}H$

$t=$

$H=v_0t-\frac{gt^2}{2}$ $\quad v_0=\frac{H+\frac{gt^2}{2}}{t}$

$v_0=g\tau,$

$\tau=\frac{v_0}{g}$

$\cancel{H=t\left(v_0-\frac{gt}{2}\right)}$

$v_0=\frac{H+\frac{g\cdot 2H}{3g\cdot 2}}{\sqrt{\frac{2H}{3g}}}=$

$=\frac{\cancel{H+\frac{H}{3}}\ \frac{4}{3}H}{\sqrt{\frac{2H}{3g}}}=\frac{4H\cdot\sqrt{3g}}{3\sqrt{2H}}=\frac{2\sqrt{6Hg}}{3}$

$h_{max}+h_{max}-H=2h_{max}-H$

$l=g\tau^2-v_0t+\frac{gt^2}{2}$

$\cancel{8gH}\ \frac{8H}{3}+\frac{H}{3}-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{12gH^2}{3g}}=3H-\frac{2}{3}\sqrt{4H^2}=$

$3H-\frac{4H}{3}=1\frac{2}{3}H=\frac{5H}{3}$

Черновик

$m = 0{,}03$ кг

$T = const. = 81°C = 354$ К

$V_0 = 3{,}5 V_2$

$p_2 = 1{,}8 p_0$

$p_{нас.} = 0{,}6 \cdot 10^5$ Па

$M = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

$p_0 V_0 = p_2 V_2$

$p_1 V_1 \overset{1{,}8}{=} \frac{p_1 V_1}{3{,}5}$

$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T$

$p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T$

$p_0 V_0 =$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21204168**

ID профиля: **811547**

Вариант 1

Чистовик

№ 4

Вариант 10-01

Дано:
$\cos\alpha = \frac{4}{5}$, H,
$m_ш = m$, $m_{кл} = 3m$

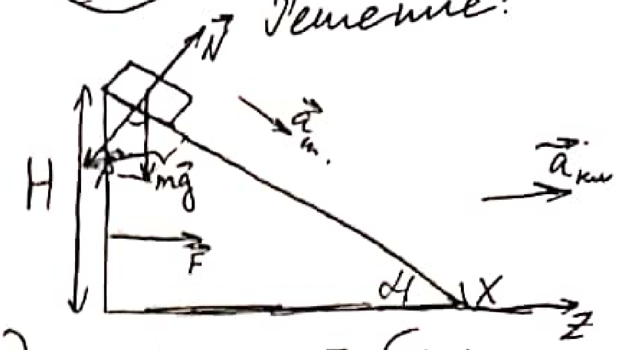
1.) t - ?

2.) $F = 2mg$

1.) $a_{кл}$ - ?

3.) τ - ?

Решение:



1.1) ЗСЭ для шайбы:
$$mgH = \frac{mv^2}{2}, \quad v^2 = 2gH$$

2) В проекции на осях шайба движется с ускорением $g\sin\alpha$, поэтому $v = v_0 + g\sin\alpha\, t = g\sin\alpha\, t$. Тогда:
$$g^2\sin^2\alpha\, t^2 = 2gH, \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g(1-\cos^2\alpha)}} = \sqrt{\frac{2H\cdot 25}{9g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Ответ: $t = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$

2. 1) Распишем II з-н Ньютона для клина с шайбой, движущимися вдоль оси OZ с ускорением $a_{кл}$ в земной СО: $(m_ш + m_{кл})a_{кл} = \cancel{P\sin\alpha}\ F - P\sin\alpha$ (P – вес шайбы)
$$4m a_{кл} = 2mg - mg\cos\alpha\sin\alpha$$
$$4a_{кл} = 2g - g\cdot\frac{4}{5}\cdot\sqrt{1-\frac{16}{25}} = 2g - \frac{4\cdot 3}{25}g = \frac{38}{25}g$$
$$a_{кл} = \frac{38}{4\cdot 25}g = 0{,}38g$$

Ответ: $a_{кл} = 0{,}38g$

2) ~~$a_ш = a_{кл}\sin\alpha$~~

1. $a_ш = g\sin\alpha - a_{кл}\cos\alpha = \frac{3}{5}g - \frac{0{,}38\cdot 4}{5}g = (0{,}6 - 0{,}304)g = 0{,}296g$

2. $v_1 = 0 + a_ш\tau = 0{,}296g\tau$

3. ЗСЭ: $mgH = \frac{mv_1^2}{2}$, $v_1^2 = 2gH$, $0{,}296^2 g^2\tau^2 = 2gH$
$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{0{,}296^2 g}} = \sqrt{\frac{2H}{0{,}087616g}} \approx \sqrt{\frac{22{,}83H}{g}}$$

Ответ: $\tau \approx \sqrt{\frac{22{,}83H}{g}}$

Чистовик

№5

Вариант 10-01

Дано: $n = 3$ (степени свободы)

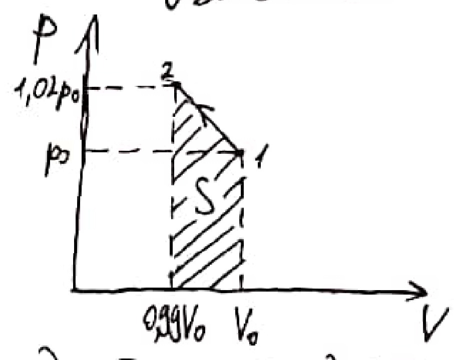
$p = 1{,}02 p_0$

$V = 0{,}99 V_0$

1) $\dfrac{T}{T_0}$ — ?

2) $\dfrac{Q_n}{A}$ — ?

Решение:



Закон Менделеева-Клапейрона:

$pV = \nu RT$

I з-н термодинамики:

$Q = \Delta U + A$

1) $p_0V_0 = \nu RT_0$, $pV = \nu RT \Rightarrow \dfrac{T}{T_0} = \dfrac{pV}{p_0V_0} = \dfrac{1{,}02 \cdot 0{,}99 p_0V_0}{p_0V_0} =$
$= 1{,}0098$, т.е температура увеличилась на 0,98%

Ответ: увеличилась на 0,98%

2) 1. $Q = \Delta U + A = \dfrac{n}{2}\nu R\Delta T + S = \dfrac{3}{2}(\nu RT - \nu RT_0) + \dfrac{p+p_0}{2}(V - V_0)$

* Геометрический смысл работы газа — площадь под графиком зависимости $p(V)$

$Q = \dfrac{3}{2}(pV - p_0V_0) + \dfrac{p+p_0}{2}(V_0 - V) = \dfrac{3 \cdot 0{,}0098}{2} p_0V_0 - 0{,}0101 p_0V_0 =$
$= (0{,}0147 - 0{,}0101) p_0V_0 = 0{,}0046 p_0V_0$

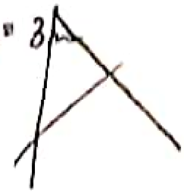
2. $\dfrac{Q}{A} = \dfrac{0{,}0046 p_0V_0}{-0{,}0101 p_0V_0} = -0{,}0(4554)$

Ответ: $\dfrac{Q}{A} = -0{,}0(4554)$

Черновик

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

$m_ш = m,\ m_к = 3m$

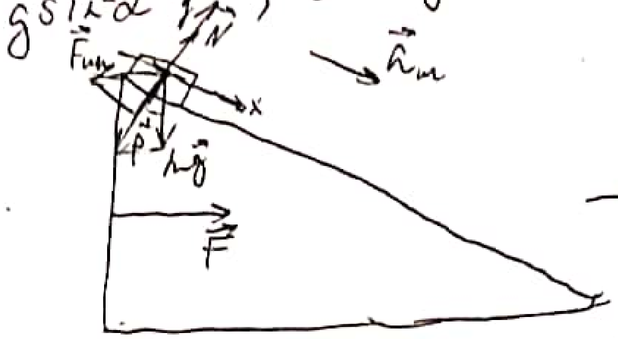


$v_0 = 0 \quad mgH = \frac{mv^2}{2}, \quad gH = \frac{v^2}{2}$

$v = g\sin\alpha \cdot t$

$gH = \frac{g^2\sin^2\alpha \cdot t^2}{2}$

$\frac{2H}{g\sin^2\alpha} = t^2, \quad t = \sqrt{\frac{2H}{g\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g(1-\cos^2\alpha)}} = \sqrt{\frac{2H \cdot 25}{9g}} = \frac{5}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$



$F =$

$3ma = P\sin\alpha$

$2mg - \frac{mg\sin\alpha}{\cos\alpha}$

Перейдем в НИСО, связанную с клином. II з-н Ньютона для шайбы:

$Oy: N - mg\cos\alpha - ma_{кл}\sin\alpha = 0$

$Ox: mg\sin\alpha - ma_{кл}\cos\alpha = ma_{ш}$

$1{,}02p_0 \qquad 0{,}99V$

$\frac{T_1}{T_0} = \frac{p_1V_1}{p_0V_0} = \frac{1{,}02 \cdot 0{,}99p_0V_0}{p_0V_0} = 1{,}0098$

на 0,98% увел.

$\frac{2{,}02 \cdot 0{,}01V_0p_0}{2} = 0{,}0101p_0V_0$

$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R\Delta T - 0{,}0101 = \frac{3}{2}(p_1V_1 - p_0V_0) - 0{,}0101p_0V_0$

$= \frac{3}{2}(0{,}0098p_0V_0 - 0{,}0101p_0V_0 = 0{,}0147 - 0{,}0101 = 0{,}0046$

$\frac{Q}{A} = 0{,}0(4554)$

$\frac{3}{5}g - \frac{0{,}38 \cdot 4}{5}g = g - 0{,}304g$

$0{,}6 - 0{,}304 = 0{,}296.$