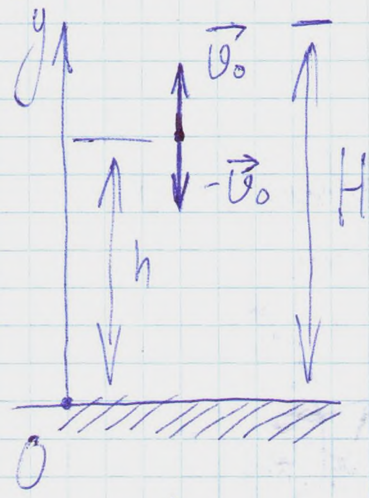
Ф1001

40б

3.1



Дано:
$h = 15\,м$
$t_1 = t_2 = \tau$

H - ?

Решение:
Для скоростей (в проекциях на Oy):
$\upsilon_1 = \upsilon_0 - gt$
$\upsilon_2 = -\upsilon_0 - gt$
В момент достижения высшей точки τ
$\upsilon_1 = 0$, значит
$0 = \upsilon_0 - g\tau$;
$\upsilon_0 = g\tau$ (*)

Уравнения движения камней (проекц. на Oy):
Летящий вверх:
$$y = h + \upsilon_0 t - \frac{gt^2}{2}$$
Летящий вниз:
$$y = h - \upsilon_0 t + \frac{gt^2}{2}.$$
В момент достижения земли / высш. точки траектории:
$$\begin{cases} H = h + g\tau^2 - \frac{g\tau^2}{2} \\ 0 = h - g\tau^2 + \frac{g\tau^2}{2} \end{cases}$$
(Слагаемые $\upsilon_0\tau$ и $-\upsilon_0\tau$ сразу заменены с учетом (*))

$\Downarrow$

$$h = \frac{3}{2} g\tau^2$$
$$\tau = \sqrt{\frac{2}{3}\frac{h}{g}}$$
$$H = h + \frac{g\sqrt{\frac{2}{3}\frac{h}{g}}^{\,2}}{2};$$
$$H = 15\,м + \frac{10\frac{м}{с^2}\sqrt{\frac{2}{3}\cdot\frac{15\,м}{10\,м/с^2}}^{\,2}}{2} = 20\,м$$

1б

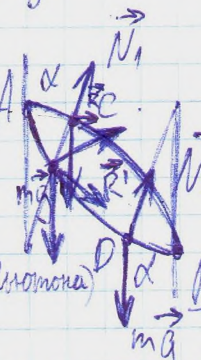
Ответ: 20 м

3.2

$E_{п1} = E_{п2}$, а из ЗСЭ следует, что

$$\begin{cases} E_{п1} = \dfrac{m v_1^2}{2} \\ E_{п2} = \dfrac{m v_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{m v_1^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} \Rightarrow \underline{\underline{v_1 = v_2}}$$

Время движения ~~также~~ будет ~~одинаковым~~ разным, т.к. ~~радиус кривизны одинаков, то и~~ силы реакции опоры будут ~~равны~~ направлены почти противоположно $\vec{F}_т$, допустим, в точках C и D и аналогичным им. $mg = const$ равнодействующие в точках C и D ~~равны~~ малы а значит будут ~~равны~~ малы и ~~мощности~~ ускорения (по II з-ну Ньютона) мощности ~~стало быть~~. Силы $m\vec{g}$ и $\vec{N}$ сообщат ~~равные скорости за одинаковое время $t_1 = t_2$~~ большую скорость на начальном этапе движения по вогн. дуге и на конечном этапе движения по выпуклой. Значит, в случае движ. по вогн. дуге тело пройдёт большую часть пути с высокой скоростью и прибудет в B раньше.



$\underline{R' > R}$

Ответ: $v_1 = v_2$; $t_1 > t_2$

10б

3.3

Дано:

$m = 25$ кг

$\alpha = 30^\circ$

$a = \frac{g}{2}$

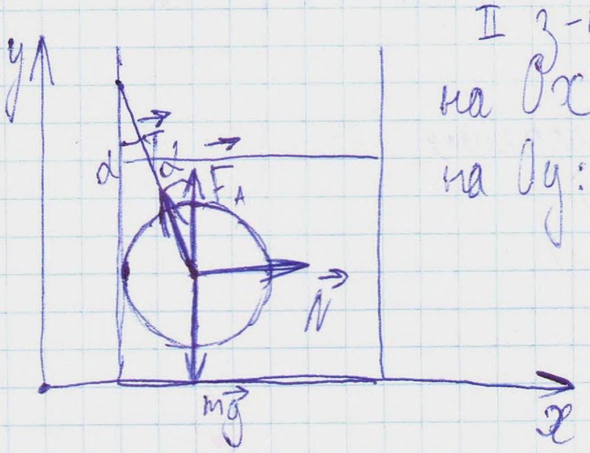
$\rho_ж = 7800 \frac{кг}{м^3}$

$\rho_в = 1000 \frac{кг}{м^3}$

ΔT – ?

ΔN – ?

Решение:



II з-н Ньютона в проекциях

на Ox: $\begin{cases} N - T \cdot \sin\alpha = 0 & (1) \\ F_A + T \cdot \cos\alpha - mg = 0 & (2) \end{cases}$ на Oy

$$F_A = \rho_в g V = \rho_в g \frac{m}{\rho_ж} = mg \frac{\rho_в}{\rho_ж}$$

$$T = \frac{mg\left(1 - \frac{\rho_в}{\rho_ж}\right)}{\cos\alpha} \quad (\text{из ур. } (2))$$

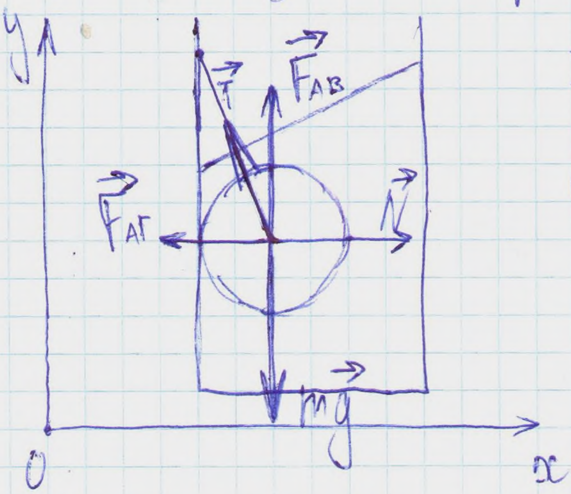
$$N = T \cdot \sin\alpha = \frac{mg\left(1 - \frac{\rho_в}{\rho_ж}\right)\sin\alpha}{\cos\alpha} = mg\left(1 - \frac{\rho_в}{\rho_ж}\right)\operatorname{tg}\alpha$$

(из ур. (1)).

При движении с ускорением на шар будет действовать

Ф 1001

также горизонтальная сила Архимеда (это связано с „перекосом" уровня воды)



II з-н Ньютона в проекц. на

$$\begin{cases} Ox: N_a - T_a \sin\alpha - F_{AГ} = -\frac{mg}{2} \\ Oy: F_{AB} + T_a \cdot \cos\alpha - mg = 0 \end{cases}$$

$$F_{AB} = mg\frac{\rho_B}{\rho_{ж}}, \quad F_{AГ} = \frac{mg}{2}\frac{\rho_B}{\rho_{ж}}$$

$$T_a = \frac{mg\left(1 - \frac{\rho_B}{\rho_{ж}}\right)}{\cos\alpha} = T, \qquad N_a = \frac{mg}{2}\cdot\frac{\rho_B}{\rho_{ж}} + mg\left(1 - \frac{\rho_B}{\rho_{ж}}\right)tg\alpha - \frac{mg}{2}$$

$$\Delta N = N_a - N = mg\left(\frac{\rho_B}{2\rho_{ж}} - \frac{1}{2}\right)$$

$$\Delta T = T_a - T = 0$$

$$\Delta N = 2{,}5кг \cdot 10\frac{м}{с^2}\left(\frac{1000\frac{кг}{м^3}}{2\cdot 7800\frac{кг}{м^3}} - \frac{1}{2}\right) \approx 11Н$$

10 б

Ответ: $\Delta T = 0Н$, $\Delta N = 11Н$

З.4

Дано:
$t_0 = 40°C$
$t_{БН} = 18°C$
$t_{Б1} = 36°C$
$t_{Б2}$

Решение:

Обозначим теплоёмкость бутылочки $C_Б$, теплоёмкость воды в термосе $C_Т$

Первое погружение:

$Q_{отд} = Q_{пол}$;

(1) $C_Т(t_0 - t_{Б1}) = C_Б(t_{Б1} - t_{БН})$ (температуры воды и бутылочки сравнялись и стали равны $t_{Б1}$)

Второе погружение:

$Q_{отд} = Q_{пол}$;

(2) $(C_Т + C_Б)(t_{Б1} - t_{Б2}) = C_Б(t_{Б2} - t_{БН})$ (вновь наступило тепловое

равновесие).

Разделим уравнение (2) на $C_Б$:

$$\left(\frac{C_T}{C_Б}+1\right)(t_{Б1}-t_{Б2}) = t_{Б2}-t_{БН}; \quad (2')$$

Из ур. (1): $\frac{C_T}{C_Б} = \frac{t_{Б1}-t_{БН}}{t_0-t_{Б1}}$ (*)

Подставим выражение (*) в ур. (2'): 10б

$$\left(\frac{t_{Б1}-t_{БН}}{t_0-t_{Б1}}+1\right)(t_{Б1}-t_{Б2}) = t_{Б2}-t_{БН}$$

Выражая отсюда $t_{Б2}$, получаем:

$$t_{Б2} = \frac{t_{Б1}\left(\frac{t_{Б1}-t_{БН}}{t_0-t_{Б1}}\right)+t_{Б1}+t_{БН}}{2+\frac{t_{Б1}-t_{БН}}{t_0-t_{Б1}}} = \frac{36°C\left(\frac{36°C-18°C}{40°C-36°C}\right)+36°C+18°C}{2+\frac{36°C-18°C}{40°C-36°C}} \approx$$

$\approx 33{,}2°C$

Ответ: 33,2°C

Гос (Гоготун Ю.Б.)
(Сурова Р.А.)
Бонд (Бондарева Н.А.)
(Бишулова О.Н.)