

516318

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету „Техника и технологии“
(наименование дисциплины)

(Физика)

Фамилия И.О. участника Забелина Елизавета Александровна

Город, № школы (образовательного учреждения) Московская обл., г. Королев
МКОУ „Лисей №19“

Регистрационный номер 1020

Вариант задания 12

Дата проведения « 16 » марта 2019 г.

Подпись участника Забелин

С работой ознакомлена 22.03.19 Забелин

Триггеры девиато Баумов Бум

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

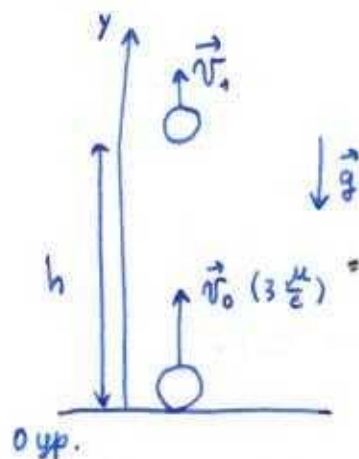
516318

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
10	15	4	10							39

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

18



Вариант № 12

№1.

Нулевой уровень потенциальной энергии - пов. земли.

$v_{\frac{h}{c}}$ - скорость мяча на высоте h.

т.к. $E_{кин} = 1,25 E_n$, то

$$\frac{m v_1^2}{2} = 1,25 m g h$$

$$v_1^2 = 2,5 g h$$

$$h = \frac{v_1^2 - v_0^2}{-2g}, \text{ тогда}$$

$$v_1^2 = \frac{2,5 g (v_1^2 - v_0^2)}{-2g} = 1,25 v_0^2 - 1,25 v_1^2$$

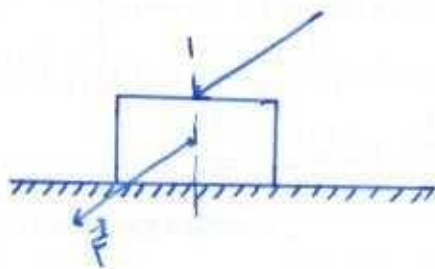
$$2,25 v_1^2 = 1,25 v_0^2$$

$$\text{т.к. } v_0 = 3 \frac{m}{c}, \text{ то } v_1 = \sqrt{\frac{5}{9}} v_0^2 = \sqrt{5} \frac{m}{c}$$

т.к. мяч после остановки будет падать вниз, то на той же высоте $v_2 = -\sqrt{5}$ (в проекции на ось y)

$$\text{Ответ: } v = \pm \sqrt{5} \frac{m}{c}$$

№3.

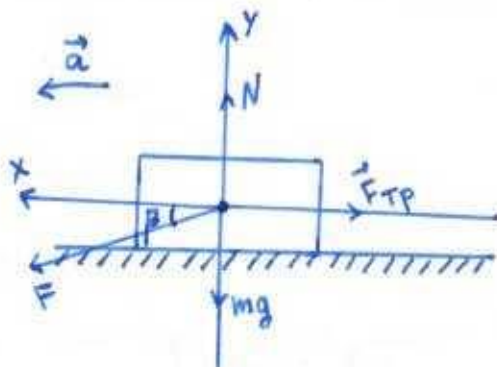


т.к. сила приложена к точке заготовки, которая лежит на одной оси с центром масс, то вращения происходить не будет, и можно считать, что сила приложена к центру тяжести заготовки.

т.к. $T = 18\text{с}$, а время действия силы F $t = 10\text{с}$, то движение состоит из двух частей:

- 1) разгон (равноускоренный) под действием F
- 2) торможение из-за силы трения
- (3) покой, если торможение до полной остановки)

Найдем ускорение a на 1 части движения:



В закон Ньютона в проекции по ось y :

$$N - mg - F \sin \beta = 0$$

$$N = mg + F \sin \beta \quad (N - \text{сила реакции опоры})$$

II закон Ньютона в проекции на ось x :

$$F \cos \beta - F_{\text{тр}} = m \cdot a \quad (F_{\text{тр}} - \text{сила трения})$$

$$F \cos \beta - \mu N = m \cdot a$$

$$F \cos \beta - \mu mg - \mu F \sin \beta = m \cdot a$$

$$a = \frac{F (\cos \beta - \mu \sin \beta) - \mu mg}{m}$$

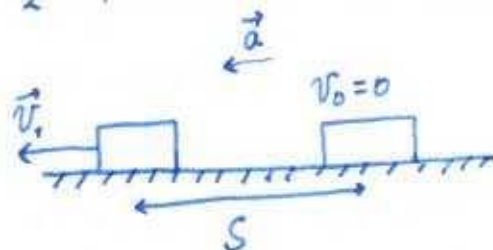
$$a = \frac{15 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 0,3 \cdot \frac{1}{2} \right) - 0,3 \cdot 3 \cdot 10}{3} \approx 0,58 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

т.к. $\beta = \frac{\pi}{6}$, то $\cos \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\sin \beta = \frac{1}{2}$

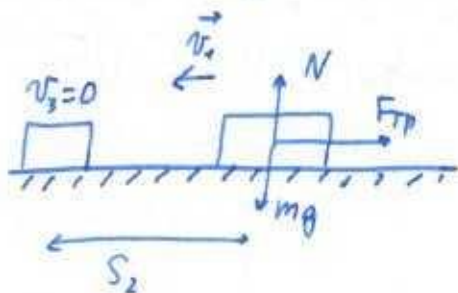
Найдем, какой скорости достигла заготовка с ускорением $a = 0,58 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ за 10с , на какое расстояние переместилась:

1) $a = \frac{v_1 - v_0}{t}$, $v_0 = 0$, $t = 10\text{с}$ $\Rightarrow v_1 = a \cdot t = 5,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$, $v_0 = 0$, $t = 10\text{с}$ $\Rightarrow S = \frac{a t^2}{2} = \frac{5,8 \cdot 100}{2} = 29 \text{ м}$



Когда сила перестала действовать, тело начало тормозить под действием силы трения. Найдём, сколько времени прошло до полной остановки:



По 3С7: (т.к. $v_3 = 0$)

$$\frac{mv_1^2}{2} + A_{F_{тр}} = 0$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + F_{тр} \cdot S_2 = 0$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \mu NS_2 \quad N = mg$$

$$S_2 = \frac{mv_1^2}{2\mu N} = \frac{3 \cdot 5,8^2}{2 \cdot 0,3 \cdot 3 \cdot 10} = 5,6 \text{ м}$$

$$S_2 = \frac{v_3^2 - v_1^2}{2a} = \frac{(v_3 - v_1)(v_3 + v_1)t}{2(v_3 - v_1)} = \frac{(v_3 + v_1)t}{2}$$

$$t = \frac{2S_2}{v_3 + v_1} = \frac{2 \cdot 5,6}{0 + 5,6} = 2 \text{ с}$$

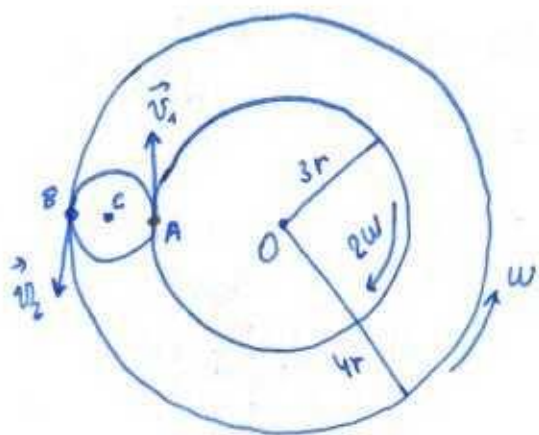
Значит, после прекращения действия силы заготовка пройдёт 5,6 м за 2 с и остановится. Остальные 6 с ~~туда~~ заготовка будет покоиться.

$$S_{\text{общ}} = S_1 + S_2 = 29 + 5,6 = 34,6 \text{ м}$$

Ответ: $S = 34,6 \text{ м}$

N2.

$$v = \omega R$$

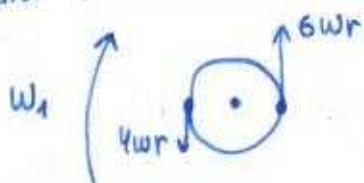


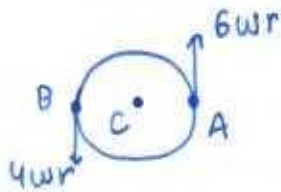
Линейная скорость точек на внутреннем кольце $v_1 = 2\omega \cdot 3r = 6\omega r$

т.к. шарик шарикоподшипника касается внутреннего кольца в точке А, то скорость этой точки $6\omega r$.

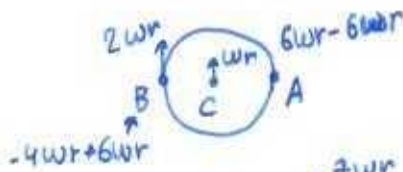
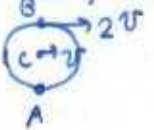
Линейная скорость точек на внешнем кольце $v_2 = 4r \cdot \omega = 4\omega r$

тогда скорость точек на шарике:

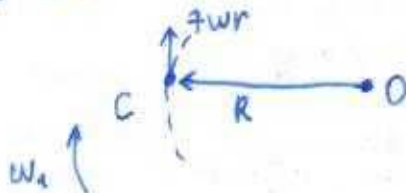




Шарик катится без проскальзывания, значит, скорость в точке A должна быть 0, в точке B - $2v$, в C (если брать вращение C относительно O)



Значит, скорость точки C = $\omega r + 6\omega r = 7\omega r$



Линейная скорость в точке C $\neq \omega r = v_c$
 $v_c = \omega_1 \cdot R$, $R = 3r + \frac{4r - 3r}{2} = 3,5r$

$$7\omega r = \omega_1 \cdot 3,5r$$

$$\omega_1 = \frac{7}{3,5} \omega = 2\omega$$

Ответ: 2ω .

НЧ.

На глубине до 7 м модель с шаром всплывает, потому что выталкивающая сила, действующая на модель велика. С погружением давление столба жидкости над шаром увеличивается, шары сжимаются, выталкивающая сила уменьшается. т.к. температура не меняется, в с воздухом в шарах происходит изотермическое сжатие. Выталкивающая сила, действующая на шары изменится в пределах от $P + P_0$ до $P + P_0 + \rho g h$, где P - давление в шарах без атмосферного, P_0 - атмосфер. давление, h - высота столба жидкости. В момент $h = 7$ $\times \frac{P_0 + P + \rho g h}{\rho g V_{\text{модели}}} + \rho g V_{\text{модели}} > mg$, а в момент $h = 7$

$$\frac{P_0 + P + \rho g h}{\rho g V_{\text{модели}}} + \rho g V_{\text{модели}} = mg$$

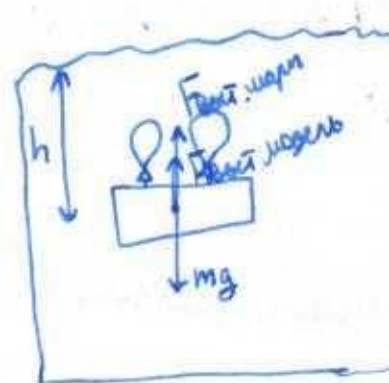
вытолк. сила, действующая на шары, $h = 7$ вытолк. сила, действующая на модель

$$\rho g V_{\text{модели}} - mg = \rho g \frac{m}{\rho_{\text{ли}}} - mg = mg \left(\frac{\rho}{\rho_{\text{ли}}} - 1 \right)$$

$$P_0 + P = mg \left(\frac{\rho}{\rho_{\text{ли}}} - 1 \right)$$

Для ртутной и морской воды:

$$mg \left(\frac{\rho_{\text{морской}}}{\rho_{\text{ли}}} - 1 \right) - \rho_{\text{морской}} g H = mg \left(\frac{\rho_{\text{ртутной}}}{\rho_{\text{ли}}} - 1 \right) - \rho_{\text{ртутной}} g H$$



ρ - плотность жид.
 $\rho_{\text{ли}}$ - плотность модели
 m - масса модели

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

516318

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 12

№ 4 (продолжение)

~~мг~~ ~~Ромской~~

Пояснение. $P_1 V_1 = \nu R T$, если $T = \text{const}$, то при увеличении P уменьшается V . Именно поэтому, чем больше глубина погружения, тем меньше выталкивающая сила.

Давление столба жидкости $P_m = \rho g h$, значит, давление внутри шара увеличивается на $\rho g h$.

На критической глубине силы выталкивания и силы тяжести уравновешены: $F_{\text{выт. шаров}} + F_{\text{выт. модель}} = mg$

До крит. глубины $F_{\text{выт. шаров}} + F_{\text{выт. модель}} > mg$

После крит. глубины $F_{\text{выт. шаров}} + F_{\text{выт. модель}} < mg$

$$F_{\text{выт. шаров}} \quad \rho g V = \rho g \frac{\nu R T}{P}$$

$$X = F_{\text{выт. шаров}} = \rho g \frac{\nu R T}{P_x}$$

где $P + P_0 < P_x < P + P_0 + \rho g H$, P_0 - давление в шарах до атмосферного.

$$\rho g \frac{\nu R T}{P_x} = mg \left(\frac{P}{P_m} - 1 \right)$$

Противоречие в условии: сказано пренебречь массой воздуха. Значит, $\nu = 0$. тогда объём не имеет значения (потому что его нет)

Еще одно противоречие в условии:

$$\rho_{\text{модели}} = 1150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \rho_{\text{свинной воды}} \quad \text{Значит, даже если шарики}$$

попынут после крит. глубины, или их вообще не будет, модель не сможет утонуть! Она останется в невесомости.