Место для скобы

Шифр
орм0122 ф-85

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	1
3.	Класс	11
4.	Фамилия	КАСЬЯНОВ
	Имя	СЕМЕН
	Отчество	АРТЕМОВИЧ
5.	Дата рождения	Число: 12; Месяц: 08; Год: 2004
6.	Страна	РФ
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	Забайкальский край
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	Город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Чита
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	Многопрофильный лицей ЗабГУ

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ____

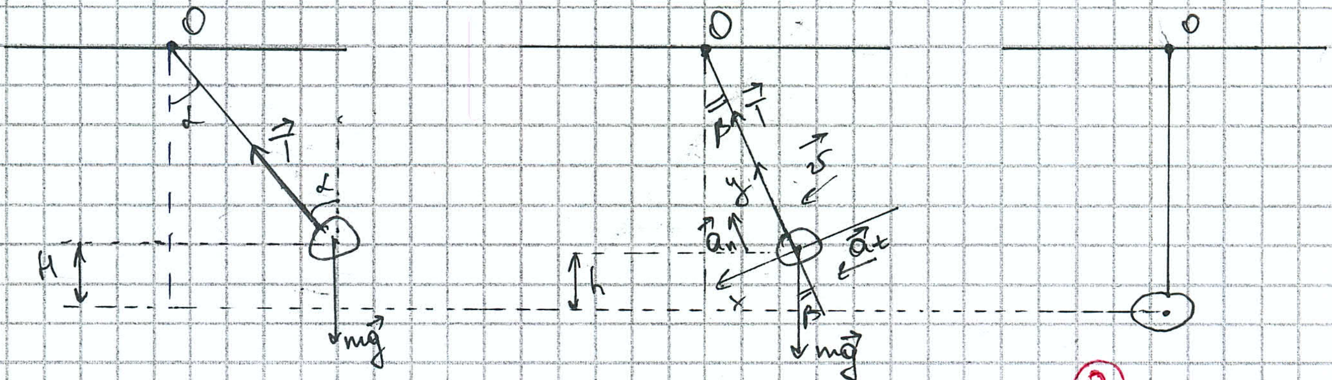
Место для скобы

Шифр ОРМО 11 кл Ф-85

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
94 б (девяносто четыре)	26.03.2022	Лямин А.В.	Лямин

Задача 1. Решение:



②

1) Рассмотрим начальное состояние системы: Тело покоится, на него действует T - сила натяжения нити и mg → → $T = mg\cos\alpha$. Тело считаем материальной точкой, движение в ИСО, связанной с Землей.

2) Теперь рассмотрим момент движения груза, когда нить отклонена от вертикали на $\beta < \alpha$; пусть тело имеет какую-то скорость v; введём оси, как на чертеже и запишем II з-н Ньютона: $\Sigma\vec{F} = \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$

3) Ox: $mg\sin\beta = ma_\tau$, где a_τ - тангенциальное ускорение груза; Oy: $T - mg\cos\beta = ma_n$, где a_n - нормальное ускорение

$T = mg\cos\beta + ma_n = m\left(g\cos\beta + \frac{v^2}{l}\right)$, где - l - длина нити. + ②

4) В данной ситуации мы пренебрегаем потерями энергии ② => запишем ЗСПМЭ: $\cancel{m}gH = \frac{\cancel{m}v^2}{2} + \cancel{m}gh \rightarrow v^2 = 2g(H-h)$ + $=$

$= 2g(l(1-\cos\alpha) - l(1-\cos\beta)) = 2gl(\cos\beta - \cos\alpha)$ ② +

Место для скобы

Шифр ф-85

5) $\upsilon = \sqrt{2gl(\cos\beta - \cos\alpha)} \Rightarrow T = m\left(g\cos\beta + \frac{2g\cancel{l}(\cos\beta - \cos\alpha)}{\cancel{l}}\right) =$

$= m(g\cos\beta + 2g\cos\beta - 2g\cos\alpha) = mg(3\cos\beta - 2\cos\alpha)$ +2

6) β - угол отклонения нити от вертикали в процессе движения грузика

Ответ: $T = mg(3\cos\beta - 2\cos\alpha)$ +

10б

Задача 2 ~~Решение:~~

~~1) Запишем уравнение состояния уличного воздуха, считая его идеальным газом.~~

Дано:

$\frac{V}{t} = 120\ \frac{м^3}{ч}$

$m_ч = 41{,}5$ мкг

$a = 0{,}7$ мкм

$t = 10$ мин

$\eta = 0{,}85$

$p_a = 105$ кПа

$T = 290$ К

$M_в = 0{,}029\ \frac{кг}{моль}$

$\rho = 1500\ \frac{кг}{м^3}$

Найти: N

Решение:

1) Запишем уравнение состояния уличного воздуха, считая его идеальным газом:

$p_a V = \frac{m_в}{M_в} RT \rightarrow m_в = \frac{p_a V M_в}{RT}$ + + 2

2) За 10 мин вентиляционная установка прокачивает: $m_в = \frac{p_a M_в}{RT} \cdot \frac{V}{t} \cdot t$ +2

3) Зная массу прокачанного воздуха, найдём массу всех частиц, которые осядут на фильтре, учитывая „КПД" $\Rightarrow$

$\rightarrow m_п = m_ч \cdot m_в \cdot \eta = \frac{p_a M_в \cdot Vt}{RTt} \cdot m_ч \cdot \eta$ + 4

4) N - кол-во частиц $\rightarrow m_п = \rho \cdot V_ч \cdot N$, где $V_ч$ - объём одной частицы, которую мы считаем кубиком $\Rightarrow V_ч = a^3 \Rightarrow$ + +1

$\Rightarrow N = \frac{m_п}{\rho a^3} = \frac{p_a \cdot M_в V t m_ч \eta}{RTt \cdot \rho \cdot a^3} \approx 1{,}73 \cdot 10^{12}$ (частиц) 2

Ответ: $N = 1{,}73 \cdot 10^{12}$

13б

Место для скобы

Шифр ф-85

Задача 9

Дано:

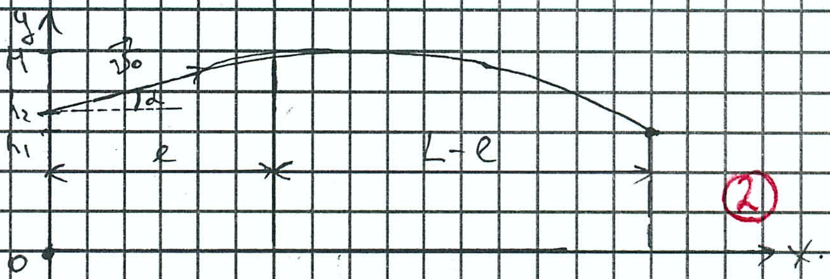
$L = 50$ м, $h_1 = 1{,}5$ м

$h_2 = 1{,}6$ м, $H = 3$ м

$\alpha = 12^0$, $g = 10$ м/с^2

Найти: ℓ

Решение:



2

1) Пусть ℓ – расстояние от лучника до стены => $L-\ell$ – от стены до мишени

2) Чтобы попасть в мишень, лучник стреляет с какой-то скоростью v_0, при этом стрела попадёт, если она пролетит над стеной почти касаясь её, найдём v_0.

3) Запишем уравнения движения стрелы на оси:

$x = v_0 \cos\alpha\, t$; 4 + $y = h_2 + v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$; +4 зададим $y(x)$ →

→ $t = \frac{x}{v_0\cos\alpha}$ → $y = h_2 + \frac{v_0 \sin\alpha\, x}{v_0\cos\alpha} - \frac{g x^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} = h_2 + x\,tg\alpha - \frac{g x^2}{2v_0^2\cos^2\alpha}$ +

4) Когда стрела попадёт в мишень, $x = L$, $y = h_1$ =>

=> $h_1 = h_2 + L\,tg\alpha - \frac{g L^2}{2v_0^2\cos^2\alpha}$ → $v_0^2 = \frac{g L^2}{2\cos^2\alpha(L\,tg\alpha + h_2 - h_1)}$ +6

5) $v_0 \approx 34{,}9$ (м/с)

6) Пользуясь $y(x)$ найдём ℓ, учитывая, что при пролёте над стеной $y = H$ → $H = h_2 + \ell\,tg\alpha - \frac{g\ell^2}{2v_0^2\cos^2\alpha}$ → $-\frac{g\ell^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} + \ell\,tg\alpha + h_2 - H = 0$ +

8

Решая данное уравнение относительно ℓ, получаем:

6

$\ell_1 \approx 41{,}7$ (м), $\ell_2 \approx 7{,}8$ (м) – минимальное расстояние

Ответ: $\ell = 7{,}8$ м.

30б

Место для скобы

Шифр ф-85

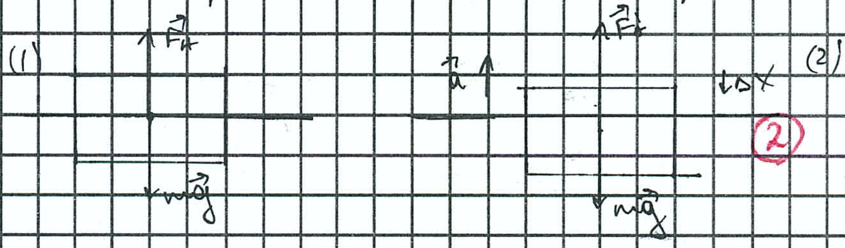
Задача 5

Дано: R_1, R_2; ρ_1, ρ_2, ρ

Найти: $\frac{\omega_2}{\omega_1}$

Решение:

1) Рассмотрим колебания на примере первой шайбы



m – масса шайб

2) В 1-й ситуации рассмотрим шайбу в состоянии покоя, когда $F_A = mg$, m – масса шайбы, $F_A = \rho \cdot g \cdot \pi R_1^2 \cdot h_1$, где h_1 – глубина погружения шайбы №1 2

3) Утопим шайбу на малое Δx (ситуация 2), после того, как отпустим шайбу, она начнет двигаться с ускорением a, т.к. $F_A' > mg$ 2

$F_A - mg = ma$ +, $\rho g \pi R_1^2 (h + \Delta x) - mg = ma$ +, $\rho g \pi R^2 h = mg$ =>

=> $\rho g \pi R_1^2 \Delta x = ma$, $a = \omega_1^2 \Delta x$? => $\omega_1^2 = \frac{\rho g \pi R_1^2}{m} \to \omega_1 = R_1\sqrt{\frac{\rho g \pi}{m}}$ – 2 собственная частота колебаний 1-й шайбы => $\omega_2 = R_2\sqrt{\frac{\rho g \pi}{m}}$ – 2-й шайбы 2 2

4) H_1 и H_2 – высоты шайб => $H_1 = \frac{m}{\rho_1 \pi R_1^2}$; $H_2 = \frac{m}{\rho_2 \pi R_2^2}$

5) h_1 и h_2 – глубины погружения шайб 1 и 2 в состоянии покоя → $h_1 = \frac{m}{\rho \pi R_1^2}$ и $h_2 = \frac{m}{\rho \pi R_2^2}$

6) Обе шайбы подтопляют на ΔH_1 и ΔH_2 соответсвенно

$\Delta H_1 = H_1 - h_1 = \frac{m}{R_1^2 \pi}\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho}\right) = \frac{m(\rho - \rho_1)}{\rho \rho_1 \pi R_1^2} \to \Delta H_2 = \frac{m(\rho - \rho_2)}{\rho \rho_2 \pi R_2^2}$

+2

7) Зададим уравнения колебаний для 1 и 2 шайб:

$x_1 = x_{m_1}\cos(\omega t)$, $x_{m_1} = \Delta H_1 \to v_1 = (x_1)' = -\omega \Delta H_1 \sin(\omega t)$ =>

=> $v_{1m} = \omega_1 \Delta H_1$ => $v_{2m} = \omega_2 \Delta H_2$

Место для скобы

Шифр Ф-85

8) Во время колебаний при прохождении ими положения равновесия, когда $F_A = mg$, ~~в~~ полные энергии колебаний шаров равны их кинетическим энергиям $\Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{E_{k2M}}{E_{k1M}} =$

4

$$= \left(\frac{v_{2M}}{v_{1M}}\right)^2 = \left(R_1 \sqrt{\frac{\rho g \pi}{m}} \cdot \frac{m(\rho-\rho_1)}{\rho \rho_1 \pi R_1^2} \cdot \frac{1}{R_2} \sqrt{\frac{m}{\rho g \pi}} \cdot \frac{\rho \rho_2 \pi R_2^2}{m(\rho-\rho_2)}\right)^{-2} =$$

$$= \left(\frac{(\rho-\rho_1)}{\rho_1 R_1} \cdot \frac{\rho_2 R_2}{(\rho-\rho_2)}\right)^2 = \left(\frac{(\rho-\rho_1)\rho_2 R_2}{\rho_1 R_1 (\rho-\rho_2)}\right)^2$$

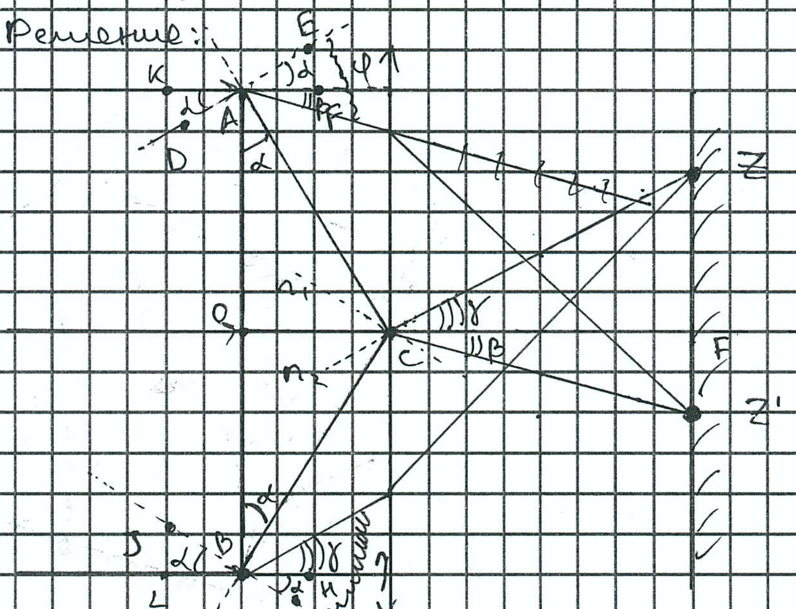
Ответ: $\frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{(\rho-\rho_1)\rho_2 R_2}{\rho_1 R_1(\rho-\rho_2)}\right)^2$

26,8

Задача 3

Дано:
$\alpha = 30°$, $n_1 = 1{,}5$
$F = 10$ см
$L = 10$ см
Найти: n_2

Решение:



1) При нормальном падении на катеты AO и BO лучи света не преломляются и продолжают распространяться ~~прямо~~ в прежнем направлении

2) Восстановим ~~перпенд~~ перпендикуляры в т. A, C, B к гипотенузам AC и CG

3) $\angle KAD = \alpha = \angle EAF = \angle JBL = \angle HBG = \alpha$ +1

Место для скобы

Шифр φ-85

4) ~~Запишем~~ Запишем закон Снеллиуса для лучей, проходящих через верхнюю призму: $\frac{\sin\alpha}{\sin\varphi} = \frac{1}{n_1} \rightarrow \sin\varphi = n_1 \sin\alpha$ +

5) $\varphi = \alpha + \beta \rightarrow \beta = \varphi - \alpha$ ① ; лучи, преломляющиеся в т. C, идут, как на рисунке, т. C – оптический центр линзы => все лучи преломляющиеся во верхней ~~линзе~~ призме после преломления в линзе ~~по~~ попадут в [illegible] т. Z'. ZZ' – фокальная плоскость + ③

6) Соответственно с нижней призмой: $\eta = \gamma + \alpha \rightarrow \gamma = \eta - \alpha$

$\frac{\sin\alpha}{\sin\eta} = \frac{1}{n_2} \rightarrow \sin\eta = n_2 \sin\alpha$; лучи попадают в т. Z

7) Z и Z' – крайние точки, ZZ' = L => из двух прямоугольных треугольников: $ZZ' = L = F \cdot tg\beta + F \cdot tg\gamma = F(tg\beta + tg\gamma)$ +

$tg\beta = tg(\arcsin(\sin\alpha\, n_1) - \alpha) \approx 0,3364$ + ②

8) $\frac{L}{F} = 1 \Rightarrow tg\beta + tg\gamma = 1 \rightarrow tg\gamma = tg(\arcsin(\sin\alpha\, n_2) - \alpha) = 1 - tg\beta$

~~решив данное уравнение~~ $1 - tg\beta \approx 0,6636 \rightarrow$ +

$\rightarrow \arcsin(\sin\alpha\, n_2) - \alpha = 33,57° \rightarrow \arcsin(\sin\alpha\, n_2) = 63,57° \Rightarrow$ + ⑥

$\Rightarrow \sin\alpha\, n_2 = 0,8955 \Rightarrow n_2 \approx 1,79$ ②

Ответ: $n_2 = 1,79$

15