



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Шилов Александр Борисович**

Класс: 11

Технический балл: **91**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9336792

	1	2	3	4	Σ
Задача	15	14	15	15	91
Вопрос	8	9	7	8	

Чертовик

лист 1/1

$$p = \rho \vec{v}_1 + m \vec{v}_2$$

Термод 1.3.1

Закон: Уменьше импульса материальной точки в ИСО за достаточно малый промежуток времени равно импульсу сумми всех действующих на ^{эту} точку сил за тот же промежуток времени. Суммарный импульс системы взаимодействующих тел равен суммарному импульсу тел после взаимодействия.

Суммарный импульс металлов взаимодействующих тел равен произведению массы материала на скорость на которую он движется.

2.2.1

Влажность: количество паров в воздухе определяет влажность. Абсолютная влажность воздуха по фактору масса пара, содержащаяся в воздухе.

Относительная влажность: Относительная влажность воздуха определяется отношением парциального давления пара в воздухе к давлению p_n насыщенного пара при той же температуре, умноженной на 100%.

3.5.1

Эмиссия - парциальное давление пара $p = [Pa]$ $p_i p_n = [Pa]$

Измеряется - парциальное давление пара $p = [Pa]$ $p_i p_n = [Pa]$

проводника, определяется возмущения Δp $p = [Pa]$ $p_i p_n = [Pa]$

на нём.

Силу, которую излучают заряженные тела, называют конвекцией. Эти процессы происходят в атмосфере. Конвекция используется для нагрева воздуха.

Центр масс №2.

Центром масс этой системы, соединяющей с N материей
 тех точек называют точку, радиус-вектор которой равен
 отношению суммарного произведения массы материи точки
 отнесенному к сумме масс точек

$$\vec{r}_{CM} = \frac{m_1 \cdot \vec{r}_1 + m_2 \cdot \vec{r}_2 + m_3 \cdot \vec{r}_3 + \dots + m_n \cdot \vec{r}_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}$$

Импульсом \vec{P} системы тел называют сумму импульсов тел, входящих
 в эту систему.

Силы взаимодействия между телами, приходящими к системе
 сил называют внутренними силами.

Силы, действующие на тела системы со стороны тел, не
 входящих в эту систему, называют внешними силами.
 Если сила без взаимных взаимодействий на тела системы -
 равно нулю, то суммарный импульс системы тел в инерциальной
 системе отсчета не изменяется со временем.

Отношение заряда конденсатора к заряду конденсатора
 между обкладками называют электростатической емкостью

$$C = \frac{q}{U}$$

Расстояние от внешнего фокуса собирающей линзы до ее
 оптического центра называют объектным фокусным расстоянием
 этой линзы.

Расстояние от оптического центра линзы до ее
 фокуса называют фокусным расстоянием этой линзы.

Черевик. Лист N3

Линзы называют прозрачные тела, у которых хотя бы одна из поверхностей не является плоской.

Линзу называют тонкой, если формулы радиусов R_1 и R_2 отстоят от нуля на ее поверхности типа \pm больше радиуса линзы.

Оптический центр линзы - точка пересечения линзы с ее главной оптической осью.

$$\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

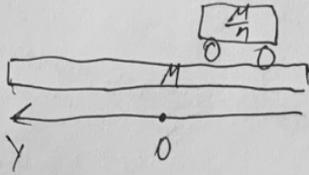
Величину обратного фокусного расстояния линзы называют оптической силой линзы. ($D \rightarrow$ в СИ в динатрах (дптр))

Вариант №2

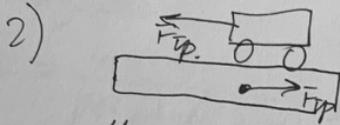
Иштовик.

лист №4

№1.3.1 | Задача.

 $M = 1 \text{ м}$
 $\eta = 3$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\mu = 0,3$


- 1) Пусть $x_1(t)$ - координата центра масс пола.
 $x_2(t)$ - координата центра масс машины.



$$F_{тр} = \mu N_{он} = \mu \frac{M}{n} g - \text{при условии скольжения}$$

$$\frac{M}{n} \ddot{x}_2 = \mu \frac{M}{n} g$$

$$M \ddot{x}_1 = -\mu \frac{M}{n} g$$

(2-ой закон Ньютона вправо)

$$\ddot{x}_2 = \mu g$$

$$\ddot{x}_1 = -\frac{\mu}{n} g$$

$$x_2 = \frac{\mu g t^2}{2} + x_{20}$$

$$x_1 = -\frac{\mu}{n} \cdot \frac{g t^2}{2} + x_{10}$$

2) Смещение относительно пола. $x_2 - x_1 = (x_{20} - x_{10}) =$
 $= \frac{\mu g t^2}{2} + \frac{\mu}{n} \frac{g t^2}{2} = (1 + \frac{1}{n}) \cdot \frac{\mu g t^2}{2}$
~~Относительно пола.~~
 Ответ: $\frac{\mu g t^2}{2} (1 + \frac{1}{n})$

прямому ра. телу от t_0 к t_1

$$\Delta E_k = m \int \frac{(\dot{x}(t_1))^2 - (\dot{x}(t_0))^2}{2}$$

Изменение F_k камня: $\frac{M}{2n} \cdot \frac{M^2 g^2}{n^2} ((t+\Delta t)^2 - t^2) \approx \frac{M^2 M g^2 \Delta t}{n}$

Изменение E_k камня: $\frac{M}{2n} \cdot \frac{M^2 g^2}{n^2} ((t+\Delta t)^2 - t^2) \approx \frac{M^2 M g^2 \Delta t}{n^2}$

$\Delta E_{\text{кин}} + \Delta E_{\text{пот}} + (\text{потери энергии из-за трения}) = \Delta Q_{\text{внешняя}}$

(Закон сохранения энергии) (не механической)

$$\frac{M^2 M g^2 \Delta t}{n^2} (n+1) = N \cdot \Delta t$$

Когда будет достигнута равновесие - камень перестант проскальзывать.

$$t = \frac{N n^2}{M^2 g^2 M (n+1)} = \frac{2 \cdot 37 \cdot 3^2}{0,3^2 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot (3+1)} = 0,5 \text{ с.}$$

Смещение камня отн. камня.

$$\left(1 + \frac{1}{n}\right) \frac{M g t^2}{2} = \left(1 + \frac{1}{3}\right) \cdot \frac{0,3 \cdot 10 \cdot (0,5)^2}{2} = 0,5 \text{ м}$$

Ответ: 0,5 м.

Вопрос: Изменить импульс точки в ИСО за Δt импульс достаточно малый промежуток времени равно сумме всех, действующих в эту точку сил за этот промежуток времени. Суммарный импульс тел до взаимодействия. Оба тела суммарному импульсу тел после взаимодействия. Суммарный импульс системы материальных точек равен произведению суммы масс этой системы на скорость масс этой системы. Импульсом \vec{p} системы называют сумму импульсов тел, входящих в эту систему. Центром масс этой системы, считаемой из N материальных точек называют точку, радиус-вектор которой равен отношению

Вопрос 7 - ...
 суммы произведений ^{числа точек} массы каждой точки на ее радиус-вектор
 к сумме масс точек.

$$\vec{r}_{cm} = \frac{m_1 \cdot \vec{r}_1 + m_2 \cdot \vec{r}_2 + m_3 \cdot \vec{r}_3 + \dots + m_n \cdot \vec{r}_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}$$

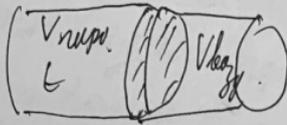
Силы взаимодействия между телами, принадлежащими системе
 называются внутренними силами.

Силы, действующие на тело системы со стороны тел, не принадлежащих
 этой системе, называются внешними силами.

Если сила внешняя или, действующая на тело системы равно
 нулю, то суммарный импульс системы так в инерциальной
 системе остается не изменяется с течением времени.

Умоваи масълаи N7

№2.2.1



$$m = 5 \text{ кг}$$

$$V = 1 \text{ л}$$

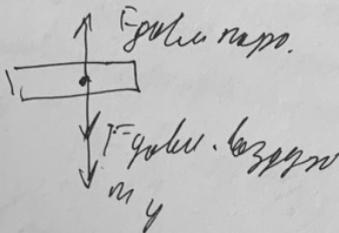
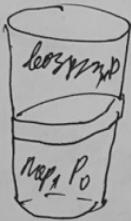
$$t = -100^\circ \text{C}$$

$$S = 0,01 \text{ м}^2$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

1)



$$F_{\text{gulu napo}} = F_{\text{gulu kozgppu}} + mg \text{ (Ибутилатион)}$$

$$P_0 S = P S + mg$$

$$P = P_0 - \frac{mg}{S}$$

2) Менгавел-кӯириро:

$$P_0 V = \nu RT$$

$$P V_1 = \nu RT$$

$$P V_1 = P_0 V$$

$$V_1 = \frac{P_0}{P} V = \frac{P_0 V}{P_0 - \frac{mg}{S}}$$

нобири одриш.

$$\Delta V = V_1 - V = V \left(\frac{P_0}{P_0 - \frac{mg}{S}} - 1 \right) = V \frac{\frac{mg}{S}}{P_0 - \frac{mg}{S}}$$

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{S} = \frac{V_1 mg}{P_0 S^2 - mg S} = \frac{V \cdot mg}{P_0 S^2 - mg S}$$

$$= \frac{10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{10^5 \text{ Па} \cdot 10^{-9} \text{ м}^4 - 5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 10^{-2} \text{ м}^2}$$

$$= \frac{5 \cdot 10^{-2}}{9,5} \approx 0,0053 \text{ м} \approx 5,3 \text{ см}$$

Жавоб: 5,3 см

Вопрос 2.2.1

Умикович. Лекция 8.

Влажность: количество влаги перешедшее в воздушную среду
влажности. Абсолютной влажностью воздуха называют
массу водяного пара, содержащегося в воздухе.

Относительная влажность:

Относительная влажность воздуха φ называется
отношение парциального давления пара в воздухе к
давлению паров насыщенного пара при той же температуре,
выраженное в %.

$$\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100\% \quad p_n = [Па]$$

$$p = [Па]$$

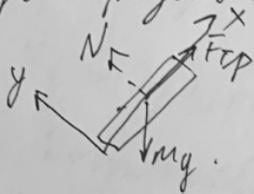
Пары, находящиеся в динамическом равновесии со своей
жидкостью называют насыщенными.

$\frac{1}{2} m g \cos \alpha \cdot l$

Задача лист № 9

№ 3.5.1

1) найти давление n .



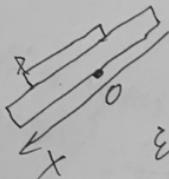
по x : $F_{rp} = m N = m g \sin \alpha$
 по y : $N = m g \cos \alpha$

(ИЗН. Ньютона).

$m g \cos \alpha = m g \sin \alpha$

$m = \frac{F_{rp}}{g \sin \alpha} = \frac{1}{g \sin \alpha}$

2) при разрезании нити найти ускорение:
 Нить разрезана нити.



$x(t)$ - координата центра масс.

Если разрезать нить по 2 части - масса

часть верхней части (длина x) и масса нижней ($l-x$), т.е.

$F_{тяг} = \frac{x}{l} \cdot m g$

$N_1 = F_{тяг} \cos \alpha = \frac{x m g}{l} \cdot \cos \alpha$

(ИЗН. Ньютона для $0 \leq x \leq l$)

$F_{rp} = \mu N_1 = \mu \frac{x m g}{l} \cos \alpha$

3) найти ускорение \ddot{x} . ИЗН. Ньютона:

$\ddot{x} = m g \sin \alpha - \frac{\mu x m g}{l} \cos \alpha$

Точнее через работу.

Работа силы тяжести: $m g \sin \alpha \cdot l$

Работа сопротивления:



$|F_{rp}| = \mu \frac{x m g}{l} \cos \alpha$

на работу против - масса $m g$

зависит.

Умови літ N10

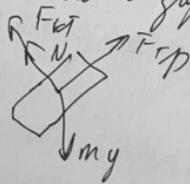
$$l \frac{\mu m g}{1} \cdot \cos \alpha \cdot l - \frac{1}{2} = \frac{\mu m g l \cos \alpha}{2}$$

(у вигляді координат xy).

$$\frac{mv_1^2}{2} = m g \sin \alpha \cdot l = \frac{\mu m g l \cos \alpha}{2}$$

$$v_1^2 = 2 g \sin \alpha \cdot l - \mu g l \cos \alpha$$

3) Круга нахилена зверху.



Напрямок сили нахилу

$$E = \frac{\delta q}{2 \epsilon_0}$$

$$F_{ед} = E \cdot q = \frac{\delta q^2}{2 \epsilon_0}$$

$$F_{тр} + N = m g \cos \alpha$$

$$N = m g \sin \alpha - \frac{\delta q^2}{2 \epsilon_0}$$

$$F_{тр} = N \cdot \mu = \mu \cdot m \cdot \left(m g \sin \alpha - \frac{\delta q^2}{2 \epsilon_0} \right)$$

4) ~~Круга нахилена~~ $\frac{mv_2^2}{2} = m g \sin \alpha \cdot l - \frac{\mu l}{2} \left(m g \cos \alpha - \frac{\delta q^2}{2 \epsilon_0} \right)$

$$v_2^2 = 2 g \sin \alpha \cdot l - \mu l g \cos \alpha + \frac{\mu l \delta q^2}{2 \epsilon_0 m}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{2 g \sin \alpha \cdot l - \mu l g \cos \alpha + \frac{\mu l \delta q^2}{2 \epsilon_0 m}}{2 g \sin \alpha \cdot l - \mu l g \cos \alpha}$$

$$= 1 + \frac{\mu l \delta q^2}{2 \epsilon_0 m (2 g \sin \alpha \cdot l - \mu l g \cos \alpha)}$$

$$= 1 + \frac{\mu \delta q^2}{2 \epsilon_0 m (2 g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha)} = 1 + \frac{1}{2 \left(10 - \frac{\sqrt{3}}{2} \right)} \approx 1,033$$

$$= 1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 1 + \frac{3\sqrt{3}}{1,25} = 1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 1,577$$

чиселки лист №11.

$$\text{Тога } \frac{V_2}{V_1} \approx 1,26$$

Ответ: 1,26

Вопрос №3.5.1

Электроемкость - характеристика электрических в-в проводника, определяет возможность накопления заряда.

Систему, состоящую из двух взаиморазвитых друг от друга металлических проводников, называют конденсатором.

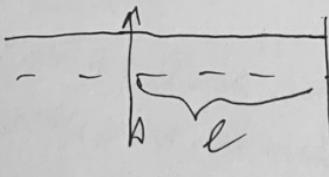
Эти проводники называют обкладками конденсатора.

Конденсатор используют для накопления заряда. Отношение заряда конденсатора к модулю напряжения между обкладками называют электрической емкостью.

$$C = \frac{q}{U}$$

№ 3.1

Задача лист № 12.



$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$

$b = 0,5 \text{ см}$

$\Delta = 1 \text{ см}$

$f = ?$

Описание

1) Известно, что расстояние от точки O_1 до O_2 равно $2b$.
 Оптический ось \perp радиусу AO_1 от центра O_1 до O_2 \perp опт. ось
 $= \text{const}$.

O_1 - центр линзы сначало

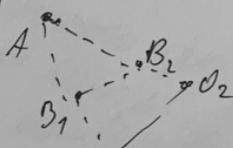
A - точка света до линзы.

O_2 - новый центр линзы.

B_1 - центр переднего стекла

B_2 - центр заднего стекла.

2)



$\frac{AO_2}{AB_2} = \frac{AO_1}{AB_1}$

$\Delta AB_1B_2 \sim \Delta AO_1O_2$

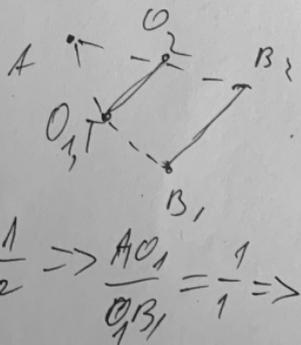
$O_1O_2 = b = 0,5 \text{ см}$

$B_1B_2 = \Delta = 1 \text{ см}$

$\frac{O_1F}{FT} = \frac{O_1A}{FB_1}$

не тот элемент ($\Delta > b$)

3) тогда.



$\frac{O_1 \cdot O_2}{B_1 B_2} = \frac{b}{\Delta} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{AO_1}{AB_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{AO_1}{O_1B_1} = \frac{1}{1} \Rightarrow$

$\Rightarrow O_1F = FT \Rightarrow \boxed{f = 10 \text{ см}}$

Вопрос № 4.3.1

Учебник. Лист № 13

Линзой называют прозрачное тело, у которого есть две поверхности, из которых не является плоской.

Линзу называют тонкой, если радиусы кривизны R_1 и R_2 поверхностей ее поверхностей много больше толщины линзы.

Оптический центр линзы - точка пересечения линзы с главной оптической осью.

$$D = \frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Величину обратной фокусной расстояния линзы называют оптической силой линзы D . ВЕД измеряется в диоптриях (дптр).

Расстояние от главного фокуса собирающей линзы до ее оптического центра называют фокусным расстоянием F этой линзы.

Расстояние от фокуса рассеивающей линзы до ее оптического центра называют фокусным расстоянием F этой линзы. Расстояние от ее главного фокуса до оптического центра, взятого со знаком -