

Львівський фізико-математичний ліцей

Алексейчук Володимир Іванович
конспекти з фізики

8 клас I семестр
Механіка

- 2009 -

K-1 Фізика - провідна наука про природу, про найбільш загальні властивості матерії та закони її руху.

Матерія - означає все що реально існує в природі

Матерія ... \leftarrow речовина (т.т., рідини, гази, плазма, молекули, атоми...)
 \leftarrow фізичні поля (електромагнітне (світло), гравітаційне, ядерне тощо).

експериментальна... \leftarrow Фізика \rightarrow Теоретична...

Виміряти фізичну величину - порівняти її з однією величиною, яку взято за одиницю (порівняти з еталоном) (всі виміри наближені)

Міжнародна система одиниць - СІ (SI) \leftarrow Основні \rightarrow одиначі SI-1960
 \leftarrow Похідні \rightarrow

Будова речовини

- I Всі тіла складаються з окремих частинок (молекули, атоми, іони)
- II Молекули перебувають у неперервному хаотичному (безладному) русі - тепловий рух
- III Молекули взаємодіють між собою (притягуються і відштовхуються)

Агрегатні стани речовини

т.т.	рідина	газ	плазма
кристал-порядок у розташуванні частинок $V = const$	частинки впритул безладно (хаотично) $V = const$	частинки хаотично далеко V - посудина	молекули і атоми розпались на іони і електрони V - посудина.

Завдання

Перевод одиниць в систему SI

$V = 3 \text{ мм}^3 = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$

$v = 72 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 72 \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$v = 108 \frac{\text{км}}{\text{год}} = \dots \quad v = 20 \frac{\text{см}}{\text{хв}} = \dots$

$\rho = 50 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2} = \dots \quad T = 20 \text{ }^\circ\text{C} = \dots$

$\rho = 2 \text{ см}^2 = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

$V = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$\rho = 2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 2 \frac{10^{-3} \text{ кг}}{10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$\rho = 5 \frac{\text{г}}{\text{л}} = \dots \quad t = 3 \text{ год } 2 \text{ хв } 40 \text{ с} = \dots$

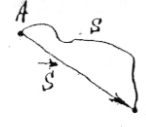
$\rho = 50 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3} = \dots$

Приклад для вимірювання: маси - ... часу - ...

довжини - ... сили струму - ... температури - ... сили - ...
атмосферного тиску - ... тиску - ... швидкості - ... прискорення - ...
густини - ... напруги - ... об'єму рідини - ...

§ 1-16 Фізика 7 клас

K-2 Механічний рух - зміна положення тіла у просторі відносно інших тіл з часом.



Траєкторія - лінія по якій рухається тіло

Шлях - довжина траєкторії

В Переміщення - напрямлений відрізок (вектор), що сполучає початкову і кінцеву точки траєкторії

Механічний рух: поступальний..., обертальний..., коливальний...

Рівномірний рух ($v = const$) - рух, при якому тіло за рівні проміжки часу здійснює однакові переміщення (проходить однаковий шлях)

$\bar{v} = \frac{s}{t}$ $v = \frac{s}{t}$ - швидкість - шлях, що проходить тіло за одиницю часу
 $v = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - тіло за кожну секунду проходить 3 м.

$v_{\text{світла}} = 300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ $v_{\text{земля-сонце}} \approx 30 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ $v_{\text{звук}} = 330 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

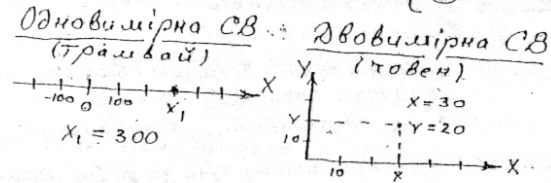
Спідометр... $v = 120 \frac{\text{км}}{\text{хв}} = 120 \frac{0,01 \text{ м}}{60 \text{ с}} = 0,02 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Нерівномірний рух... $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + \dots}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots}$ - середня швидкість
миттєва швидкість...

K-3 Поступальний рух - всі точки тіла однаково!
 Модель - матеріальна точка

Відстань \gg за розміри тіла
 можна знехтувати розмірами

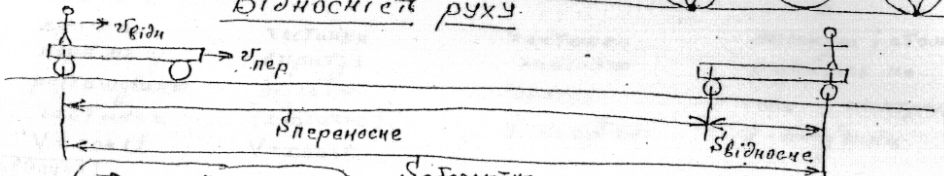
Положення тіла - система відліку (СВ) {
 ① тіло відліку (потіток СК)
 ② система координат (СК)
 ③ годинник



Механічний рух - відносний - відносно різних тіл (СВ-систем відліку...)
 швидкості і траєкторія тіла різні.

- Приклади відносності траєкторій:
- ① дерево в полі
 - 1 СВ - поверхня Землі - точка
 - 2 СВ - центр Землі - коло
 - 3 СВ - Сонце - ...
 - ② Точки колеса при русі
 - 1 СВ - коло - точка
 - 2 СВ - вісь колеса - коло
 - 3 СВ - Земля - циклоїда

Відносність руху

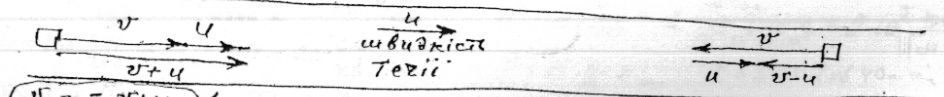


Забсолютне Закопи додавання Переміщень і швидк.

$$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{відн} + \vec{v}_{пер}$$

$$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{відн} + \vec{v}_{пер}$$

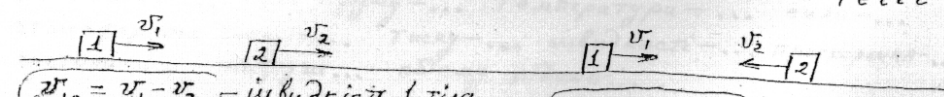
Річка



$v_{абс} = v + u$ вниз за течією

$v_{абс} = v - u$ впер

Автомобілі

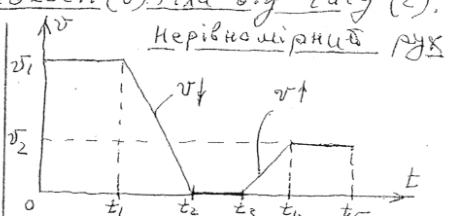
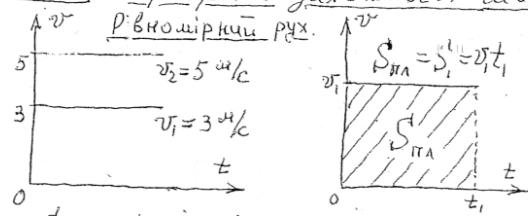


$v_{1,2} = v_1 - v_2$ швидкість 1 тіла відносно 2 тіла

$v_{відн} = v_{абс} - v_{пер}$

$v_{1,2} = v_1 + v_2$ проти течії

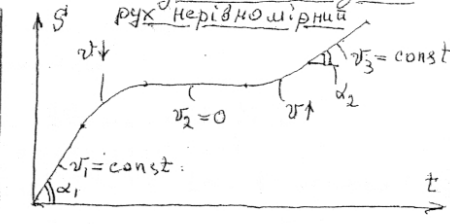
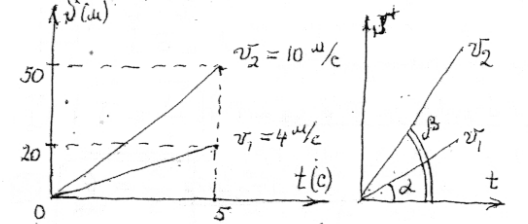
K-4 Графіки залежності швидкості (v) тіла від часу (t).



$S_{пл}$ - площа під графіком v від t чисельно дорівнює шляху пройдемоу тілом.

0-t, t4-t5 - рух рівномірний;
 t1-t2 - сповільнений; t2-t3 - тіло нерухоме
 t3-t4 - прискорений (v↑)

Графік залежності пройденого шляху (S) від часу (t)



$v_2 > v_1$ $\alpha > \alpha$ - більший швидкості відповідає більший кут нахилу графіка S від t.

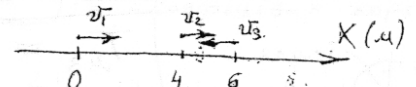
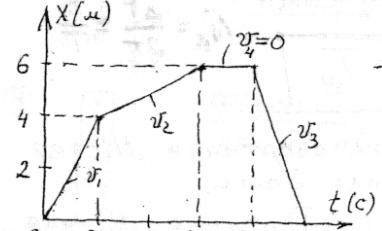
$v_1 > v_3$, оскільки $\alpha_1 > \alpha_2$
 v↑ - рух сповільнений
 v↑ - рух прискорений

Рух нерівномірний

$$S_{шлях} = S_{пл} = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t_1 = v_{cp} \cdot t_1$$

$$S_{пл} = S_{\square} + S_{\triangle} = v_1 t_1 + \frac{1}{2} (v_2 - v_1) t_1$$

Графік залежності координати тіла (x) від часу (t)



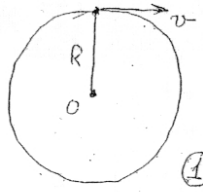
$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ Δx - зміна координати Δt - інтервал часу за який змінювалась коорд.

$v_1 = \frac{4-0}{2-0} = 2 \text{ м/с}$; $v_2 = \frac{6-4}{6-2} = 0,5 \text{ м/с}$; $v_3 = \frac{-6+0}{10-8} = -3 \text{ м/с}$

$v_4 = \frac{6-6}{8-6} = 0 \text{ м/с}$

K-5

Рівномірний рух по колу ($v = \text{const}$)
(тіло точкове)



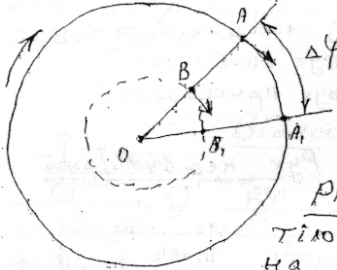
Приклади: Земля навколо Сонця, ...
штучні супутники Землі...

Параметри рівномірного руху по колу.

- ① v - швидкість тіла напрямлена по дотичній до кола (перпендикулярно до радіуса).
- ② $T = \frac{t}{N} = \frac{2\pi R}{v}$ - період обертань тіла (T) - час одного оберта [с]. (N - кількість обертів, t - час N обертів)
- ③ $n = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{v}{2\pi R}$ - частота обертань (n) - кількість обертів за одиницю часу [$\frac{1}{с}$].
 n - оберненопропорційне T .

Обертальний рух твердого тіла (Т.Т.).

Всі точки тіла рухаються по колах центри яких знаходяться на одній прямій - вісь обертання.



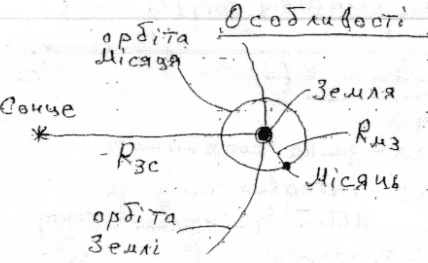
Диск обертається навколо вісі O , що розташована перпендикулярно площині рисунка.
 $\Delta\varphi$ - кут повороту диска [град].

Рівномірний обертальний рух - тіло за рівні проміжки часу повертається на однакові кути ($\Delta\varphi$ - кут повороту тіла за час Δt).

Параметри обертального руху Т.Т.

T - ... ; n - ... ; $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ - кутова швидкість - ...

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n$
 $N_{об} = \frac{\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{t}{T}$



Особливості обертання Місяця

$T_{мз} = T_{м}$

$T_{мз}$ - період обертання Місяця навколо Землі
 $T_{м}$ - період обертання Місяця навколо власної осі.



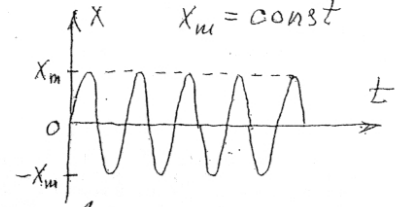
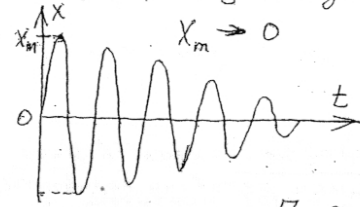
$\alpha = \frac{l}{R}$ [град]
 $360^\circ = 2\pi \text{ рад}$

K-6

Механічні коливання - рухи які повторюються через рівні інтервали часу.

Види коливань

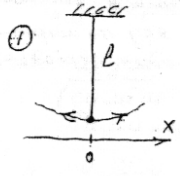
- 1. Вільні - виникають під дією внутрішніх сил системи, згасають затухають (амплітуда коливань з часом зменшується).
- 2. Вимушені - виникають під дією зовнішніх сил, незгасають (амплітуда постійна).



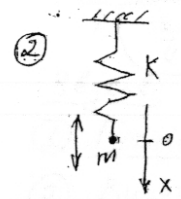
Параметри коливань.

- ① $T = \frac{t}{N}$ - період коливань - час одного коливання [с], $T = \frac{1}{\nu}$
- ② $\nu = \frac{N}{t}$ - частота коливань - кількість коливань за 1 секунду [$\frac{1}{с}$].
[$\frac{1}{с} = \text{Гц}$] - герц $\nu = \frac{1}{T}$
- ③ X_m - амплітуда коливань - максимальне (найбільше) відхилення від положення рівноваги [м].
- ④ x - зміщення - положення маятника в даний момент часу.

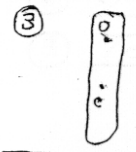
Маятники



Математичний - точкове тіло, що підвішене на невагомій, нерозтягній нитці (рух поступальний).
 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ l - довжина маятника [м]
 $g = 9,8$ [$\frac{м}{с^2} = \frac{м}{с^2}$] - стала величина (прискорення вільного падіння).



Пружинний - тіло підвішене на пружині (рух поступальний).
 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ m - маса тіла [кг]
 k - коефіцієнт жорсткості пружини [$\frac{Н}{м}$]



Фізичний - тіло, що має закріплену вісь обертання (о) яка не проходить через центр мас тіла (с) (рух обертальний)

Приклади вимушених коливань ... (3-5)

Маятник Фуко ... Резонанс ...

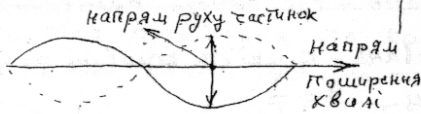
$\sqrt{a^2} = a$; $(\sqrt{a})^2 = a$ $\sqrt{\quad}$ - корінь квадратний
 $b = \sqrt{a} \Rightarrow b^2 = a$

К-7 Механічні хвилі - коливання частинок ретовина, що поширюються в пружному середовищі з часом із скінченною швидкістю.

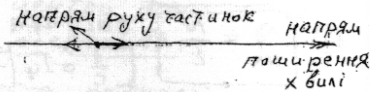
- 1) Механічні хвилі (звукові хвилі) переносять енергію без перенесення ретовини.
- 2) Джерелом хвилі є тіло, що коливається (струна, камертон, ...)
- 3) Хвилі виникають тому, що частинки пружного середовища (т.т., рідина, газ) взаємодіють між собою (притягуються і відштовхуються).
- 4) Всі частинки середовища коливаються з однаковою частотою (періодом).

Типи хвиль

Попережні - хвилі в яких частинки ретовини коливаються перпендикулярно до напрямку поширення хвилі (виникають тільки в т.т.).

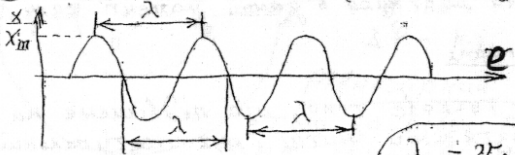


Поздовжні - хвилі в яких частинки ретовини коливаються уздовж напрямку поширення хвилі (виникають в т.т., рідинах, газах).



Основні параметри хвилі

1) Довжина хвилі (λ - лямбда) - відстань між двома найближчими гребнями хвилі, що коливаються однаково або відстань на яку поширюється хвиля за один період [м].



$$\lambda = v \cdot T$$

$$\lambda = \frac{v}{\nu}$$

2) v - швидкість поширення хвилі [м/с].

3) ν - частота коливань хвилі [Гц].
 T - період коливань хвилі [с]

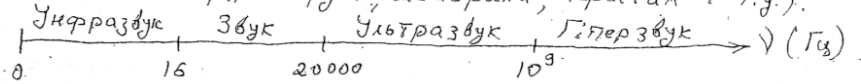
$$\nu = \frac{1}{T}; T = \frac{1}{\nu}$$

4) x_m - амплітуда хвилі [м]

К-8 Акустика - вчення про звук

Звукові хвилі - поздовжні механічні хвилі в середовищі (рідина, т.т., газ).

Джерела - тіла, що коливаються (струна, стричень, стовт повітря в трубі, мембрана, кристал і т.д.).

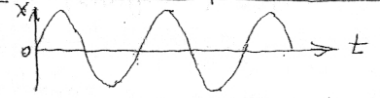


Звук - механічні коливання, які людина сприймає органами слуху, з частотою від 16 до 20 000 Гц ($\lambda_{зв} = 17 \text{ м} \div 20 \text{ м}$).

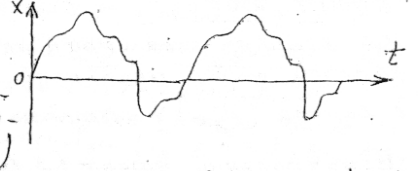
Види звуків

- | | | | |
|-----------------|------------------|--------|----------|
| 1. Музичний тон | 2. Музичний звук | 3. Шум | 4. Вибух |
|-----------------|------------------|--------|----------|

1. Музичний тон - синусоїдальне (гармонічне) коливання певної частоти

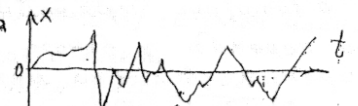


2. Музичний звук - періодичне несинусоїдальне коливання, що є результатом додавання (однотаскового з'єднання) декількох синусоїдальних коливань (муз. тонів) кратних частот.

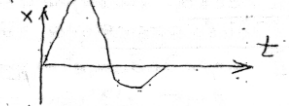


Тон найнижчої частоти (основний) - визначає висоту звуку, інші тона (обертони) - визначають "забарвлення" звуку - тембр.

3. Шум - неперіодичні коливання (суміш чисельних коливань з самими різними частотами).



4. Вибух (ударна хвиля) - короткотривала і сильна звукова дія.



Звукові відсуття - визначаються коливаннями джерела

- 1) Гучність - визначається амплітудою коливань джерела (хвилі).
- 2) Висота - визначається частотою коливань
- 3) Тембр - визначається частотним складом звуку (обертонами).

K-9 Швидкість звуку - у різних середовищах різна і визначається механічними властивостями середовища і частотою звуку (дисперсія...).

У т.т.	У рідинах	У газах
1. модуль пружності E	1. густина ρ	1. маса молекул
2. густина ρ	2. температура T	2. температура
3. температура T	3. стисливість δ	$v_{\text{повітря}} = 331 \frac{m}{c}$ при $t = 0^\circ C$
$v_{\text{сталь}} = 5500 \frac{m}{c}$ при $t = 20^\circ C$	$v_{\text{вода}} = 1425 \frac{m}{c}$ при $t = 0^\circ C$	

Звукові явища.

1. Луна - ... (відлуння)
2. Звуковий резонанс - різке зростання амплітуди коливань тіла під дією звуку (приклад...).
3. Ефект Доплера - частота звуку, що реєструється приймачем ($v_{пр}$) залежить від швидкості руху джерела ($v_{дж}$), і приймача ($v_{пр}$).

$$v_{пр} = \frac{v_{зв} + v_{пр}}{v_{зв} + v_{дж}}$$
4. Бінауральний ефект (2 вуха) - ...

Закони поширення хвиль

I з-н В однорідних середовищах хвилі поширюються рівномірно, прямолінійно.

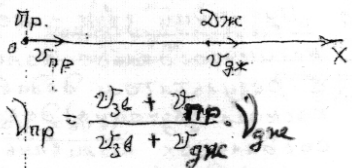
При переході з одного середовища (v_1) в інше (v_2) напрям поширення хвиль (на межі середовищ) змінюється. Хвиля частково повертається в I середовище - відбивається, а частково проходить у II середовище - заломлюється.

II з-н - відбивання - ...

$\alpha = \gamma$

III з-н - заломлення - ...

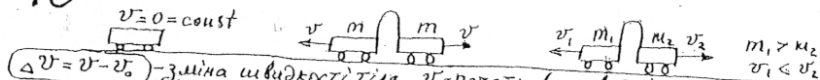
$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$



α - кут падіння
 γ - кут відбивання
 β - кут заломлення

- Дія інфразвуку на живі організми...
- Джерела інфразвуку... Джерела ультразвуку...
- Застосування ультразвуку...

K-10



- $\Delta v = v - v_0$ - зміна швидкості тіла, v_0 - початкова швидкість, v - кінцева швидкість.
- 3 чисельних дослідів і спостережень (Галілей, Ньютон) зроблено висновки:
- 1) швидкість тіла змінюється при взаємодії з іншими тілами
 - 2) зміна швидкості різних тіл при однаковій зовнішній дії різна, залежить від дії $\Delta v \sim \frac{F}{m}$...
 - 3) швидкість тіла при взаємодії змінюється поступово, а не миттєво (для зміни швидкості потрібен час).

F - сила (вектор) - міра взаємодії тіл
 - кількісна характеристика дії одного тіла на друге
 - величина що визначає дію

Прояв сил

- I Статичний - зрівноваження сил іншою силою (тіло врівновазі, з-н інерції = I з-н Ньютона).
- II Динамічний - сила - причина зміни швидкості тіла

Сила характеризується:
 1. модулем (чисельним значенням)
 2. напрямом
 3. точкою прикладання.

!!! Закон інерції: в інерціальних системах відліку (ІСВ) тіло зберігає свою швидкість або перебуває в спокої при відсутності зовнішніх дій ($F=0$) або при їх компенсації ($F_a = \sum F = F_1 + F_2 + \dots = 0$)

Інерція (інертність) - 1) властивість тіла в ІСВ зберігати стан свого спокою або руху ($v = const$) при відсутності зовнішньої дії ($F=0$ або $\sum F=0$)
 2) При зовнішній дії ($F \neq 0$) інерція проявляється в тому, що різні тіла (m) під дією однакових сил змінюють швидкість порізно.

Маса (m) - міра інертності тіл $[m] = [кг]$ еталон маси...

m визначають: зважуванням (терези, вага) при взаємодії з еталоном ($\frac{m_T}{m_{ет}} = \frac{\Delta v_{ет}}{\Delta v_T}$)

Просторовий розподіл маси характеризують густиною
 $\rho = \frac{m}{V}$ - густина - маса одиниці об'єму речовини
 $\rho = [\frac{кг}{м^3}] [Д]$ $1 \frac{г}{см^3} = 1 \frac{10^{-3} кг}{10^{-6} м^3} = 1000 \frac{кг}{м^3}$

Речовина (тіло) однорідна - густина всіх точках однакова ($\rho = const$)

$\rho_c = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$

- ІСВ (інерц. сист. відл.):**
- 1) СВ-зв'язана з Сонцем (дуже точно)
 - 2) СВ-зв'язана з центром Землі (точно)
 - 3) СВ-зв'язана з поверхнею Землі (достатньо точно)

4) СВ-що рухається рівномірно прямолінійно відносно відомої ІСВ.

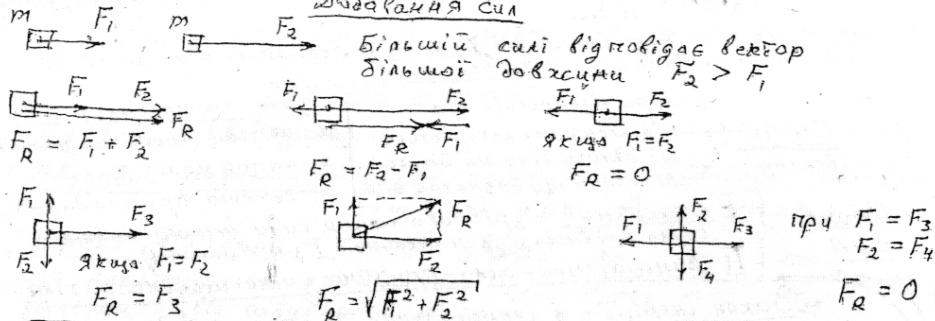
K-11) Поступальний рух твердого тіла (Т.Т.) ($v = \frac{S}{t}$).

Швидкість Т.Т. змінюється при дії на тіло сили

\vec{F} - сила - векторна фізична величина, що є кількісною мірою взаємодії тіл.

$F = [Н]$ - ньютон - одиниця сили у системі СІ.

Додавання сил



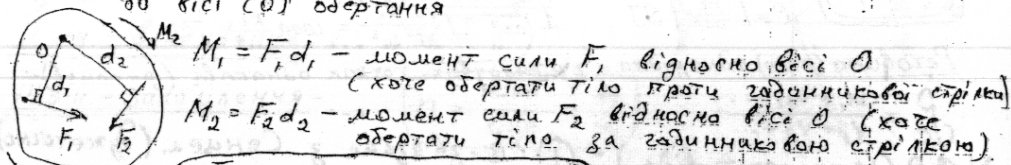
$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \Sigma \vec{F}$ - рівнодійна сил - сила, що діє на тіло так само, як і кілька діючих сил (векторна сума сил, що діють на тіло).

Обертальний рух Т.Т. ($\omega = \frac{\varphi}{t}$) = $\frac{2\pi}{T} = 2\pi n$

Кутова швидкість (ω) при обертанні Т.Т. змінюється при дії на тіло момента сили (M)

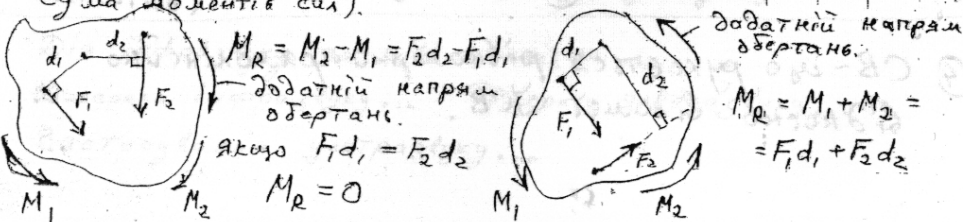
$M = F \cdot d$ - момент сили - характеризує дію сили на тіло із закріпленою віссю обертання.

d - плече сили F - найкоротша відстань від лінії дії сили до вісі (O) обертання

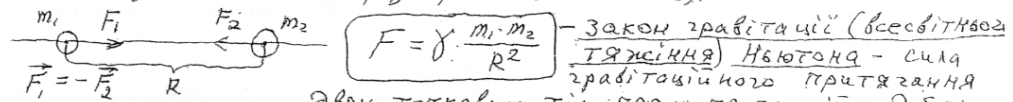


$\vec{M}_R = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \dots = \Sigma \vec{M}$ - сумарний момент сил - момент сил, що діє на тіло (векторна сума моментів сил).

Так само, як і кілька моментів сил діючих на тіло (векторна сума моментів сил).



K-12) Гравітація (всесвітнє тяжіння) - взаємне притягання всіх тіл Всесвіту, що визначається їх масами та розташуванням (здійснюється через гравітаційне поле).



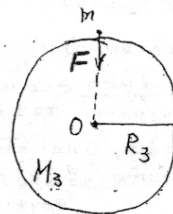
$m_1, m_2 - [кг]$ - гравітаційна маса тіл - міра гравітаційних властивостей тіла, чисельно дорівнює інертній масі тіла.

$R - [м]$ - відстань між тілами (центрами мас тіл).

$\gamma (G) = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2}$ - гравітаційна стала (з табл. основні фізичні сталі).

Гравітаційні сили - центральні - діють уздовж прямої, що сполучає центри мас тіл.

Закон виконується: 1 для точкових тіл; 2 для тіл кулястої форми; 3 для кулі великого радіусу і малого тіла



Сила тяжіння - $F = mg$ - сила з якою тіло

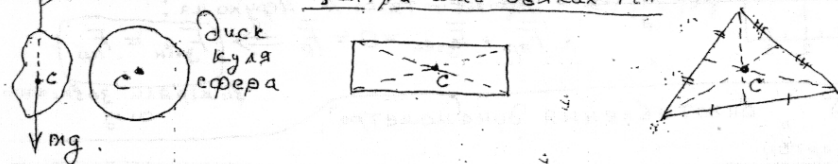
що знаходиться на поверхні Землі, притягується до Землі (напрявлена вертикально вниз, майже до центру Землі).

$F = mg$
 $F = m \gamma \frac{M_3}{R_3^2}$ } $g = \gamma \frac{M_3}{R_3^2} = 9,8 \frac{м}{с^2}$ - прискорення вільного падіння

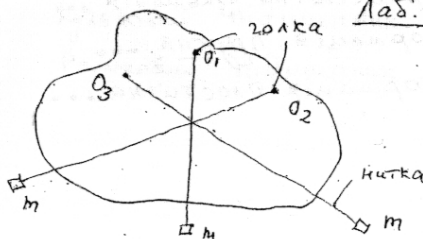
Центр тяжіння (\bullet) - точка прикладання сили тяжіння, що діє на тіло.

Центр мас (\bullet) - точка, що характеризує розподіл мас у тілі. Це точка перетину прямих, уздовж яких пованні дуги напрямлені сили, щоб тіло рухалося поступально.

Центр мас (\bullet); центр тяжіння для невеликих тіл співпадають.



Лаб. роб. № 2. Визначення центру мас карти України.



- g - залежить від:
- 1) висоти (h) над поверхнею Землі $g = \gamma \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$
 - 2) широти місця на поверхні Землі
 - 3) форми поверхні Землі (геоїд).
 - 4) неоднорідностей земної кори.