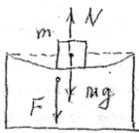


K-13] При контактній взаємодії тіла деформуються:

1. Змінюється форма і розміри тіла.
2. Змінюється відстань між частинками, тобто виникають сили притягання або відштовхування між частинками тіла.
3. Виникають сили пружності - сукупність молекулярних сил (електромагнітна взаємодія).



Під дією тіла m опора і тіло деформуються (стискуються) і виникають сили пружності:

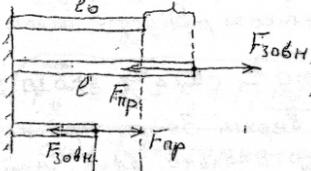
N - сила нормальної реакції опори - сила пружності, з якою опора діє на тіло.
 F - вага тіла - сила пружності з якою тіло діє на опору

Тіло нерухоме (з з-ну інерції): $N + mg = 0 = \vec{F}_R \Rightarrow N = mg$

Під дією тіла m нитка і тіло деформуються (розтягуються) і виникають сили пружності:

T - сила натягу нитки - сила пружності з якою нитка діє на тіло.
 F - вага тіла - сила пружності з якою тіло діє на нитку.

Тіло нерухоме (з з-ну інерції): $mg + T = 0 = \vec{F}_R \Rightarrow T = mg$

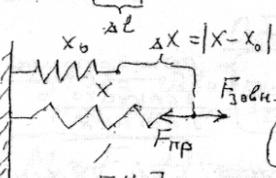


Закон Гука (стиск, розтяг)

$\Delta l = |l - l_0|$ - абсолютне видовження тіла (пружини).

$$F_{пр} = k \Delta l$$

з-н Гука - сила пружності прямопропорційна абсолютному видовженню ($\Delta l, \Delta x$) тіла (пружини).

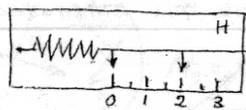


$$F = k \Delta x$$

$k = \left[\frac{H}{m} \right]$ - коефіцієнт жорсткості пружини (тіла) - визначається

- 1) матеріалом
- 2) формою
- 3) розміром тіла.

Динамометр - прилад для вимірювання сили.



До точки A прикладено дві сили ($F_{пр}, F_{зобн}$)

Оскільки точка A нерухома:

$$F_{пр} + F_{зобн} = 0 = \vec{F}_R \Rightarrow F_{зобн} = F_{пр}$$

виміряли зовнішню силу

Лаб. роб. "Виготовлення динамометра"

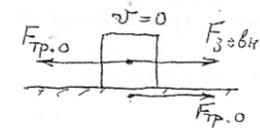
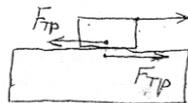


Електромагнітна взаємодія ...

Деформація пружна ...

Деформація пластична ...

K-14] Сили тертя - сили, які виникають при русі одного тіла по поверхні другого. Ці сили мають електромагнітну природу, пов'язані з взаємодією молекул тіл і наявністю нерівностей на поверхнях тіл. Діють уздовж поверхні контактуючих тіл.



$F_{тр,0}$ - сила тертя спокою ($v=0$).

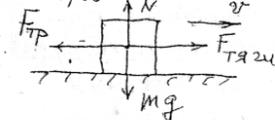
Тіло нерухоме $\Rightarrow F_{тр,0} = F_{зобн}$.

$$0 \leq F_{тр,0} \leq F_{тр} = \mu N$$

- сила тертя спокою може змінюватись

від 0 до максимального значення рівного значенню тертя ковзання (μN)

$F_{тр,0}$ - сила тяги авто, вело, мото...

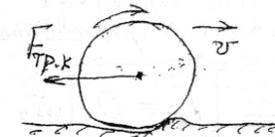


$F_{тр}$ - сила тертя ковзання

$$F_{тр} = \mu N$$

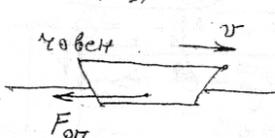
N - сила нормальної реакції опори
 μ - коефіцієнт тертя

- μ - залежить:
- 1) матеріал і стан поверхонь
 - 2) змащення поверхонь
 - 3) не залежить від площі поверхні і швидкості руху (майже)



$F_{тр,к}$ - сила тертя козлення - $F_{тр,к} = \frac{k}{R} N$

вона набагато менша за інші сили, цією силою в більшості випадків нехтують. ($F_{тр,к} \ll F_{тр}$).



$F_{опт}$ - сила опору (в'язке тертя) - виникає при русі тіла в рідині або газі

$$F_{опт} = \alpha_1 v$$

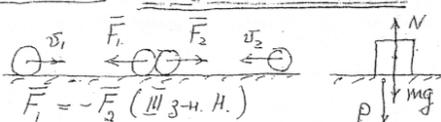
$$F_{опт} = \alpha_2 v^2$$

α - коеф. опору (форма тіла)

Кульковий підшипник ...

Рольковий підшипник ...

K-15 III закон Ньютона



$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ - два тіла взаємодіють між собою із силами, що напрямлені уздовж однієї прямої, однакові за величиною і протилежні за напрямом.

$M = mg$ (з-нінерції) - $T = mg$
 $P = N$ (III з-н. Н.) - $P = T$

Вага тіла (P) - сила з якою тіло, внаслідок притягання до Землі, діє на опору або нитку підвісу.

За III з-ном Ньютона P - вага тіла чисельно дорівнює силі нормальної реакції опори (N) або силі натягу нитки підвісу (T).

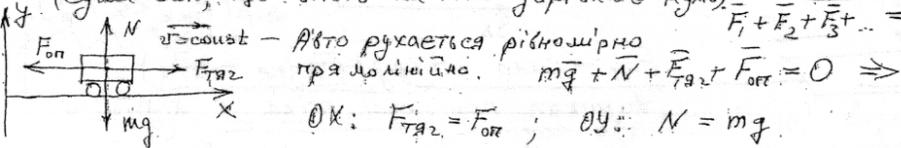
У стані рівноваги ($P = T$) вага тіла дорівнює силі тяжіння.

Невагомість (P=0) - стан коли тіло вільно падаючи не діє ні на опору, ні на підвіс.

Статика - вивчає умови рівноваги тіл.

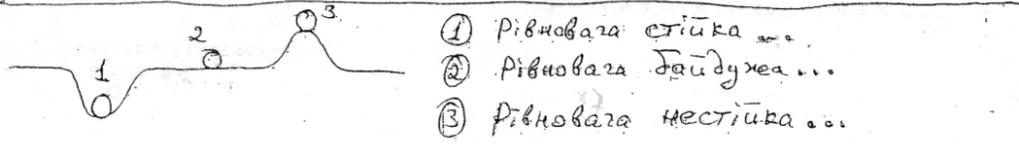
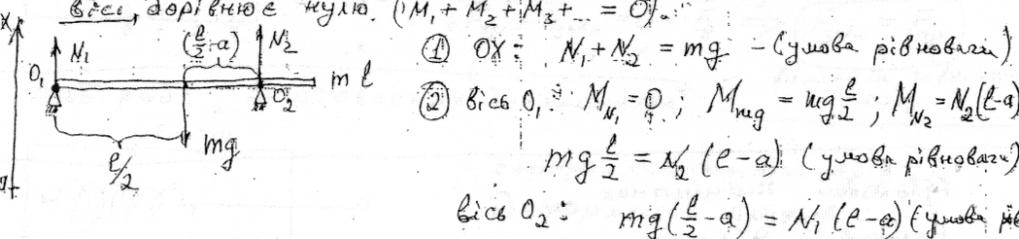
Рівновагою тіла казивають такий стан, коли тіло перебуває у спокій або рухається рівномірно, або обертається рівномірно.

Умови рівноваги тіла при поступальному русі $\vec{F}_R = 0$ або (сума сил, що діють на тіло дорівнює нулю) $F_1 + F_2 + F_3 + \dots = 0$



Умова рівноваги тіла при обертальному русі: ① $\vec{F}_R = 0$ ② $\vec{M}_R = 0$

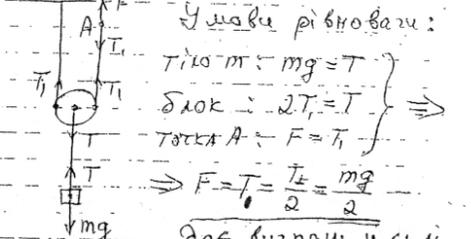
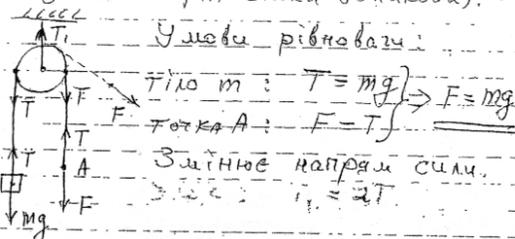
- ① сума сил, що діють на тіло, дорівнює нулю ($F_1 + F_2 + \dots = 0$),
- ② сума моментів сил, що діють на тіло, відносно будь-якої осі, дорівнює нулю ($M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$).



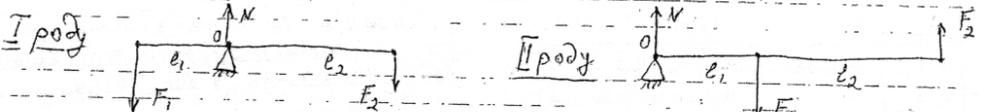
Прості механізми

K-16 Блок-пристрій, що складається з нитки перекинутаї через колесо, що має вісь обертання.

I - нерухомий блок (невагомий, без тертя) (в рівновазі сила натягу нитки з двох сторін блока однакова). II - рухомий блок (невагомий, без тертя).

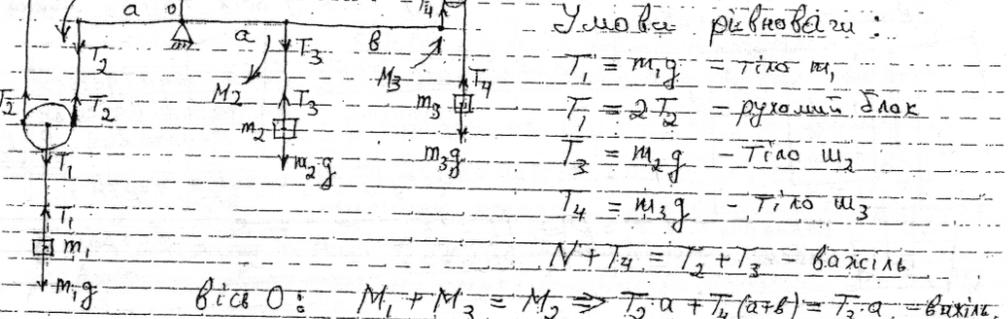


Важіль - стержень, що має вісь обертання.

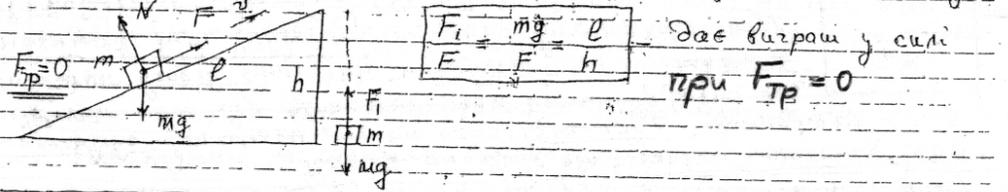


Умови рівноваги: ① $N = F_1 + F_2$ ② Вісь O: $M_1 = M_2 \Rightarrow F_1 l_1 = F_2 l_2$

Система тіл у рівновазі (блок і важіль невагомий)

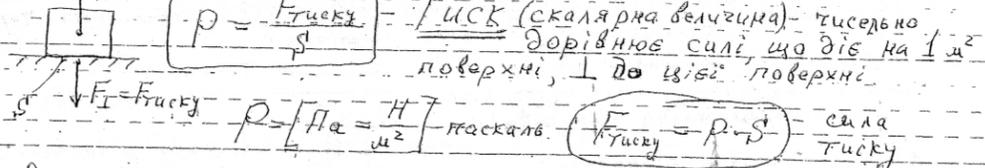


Похила площина - поверхня (дошка) під кутом до горизонту.

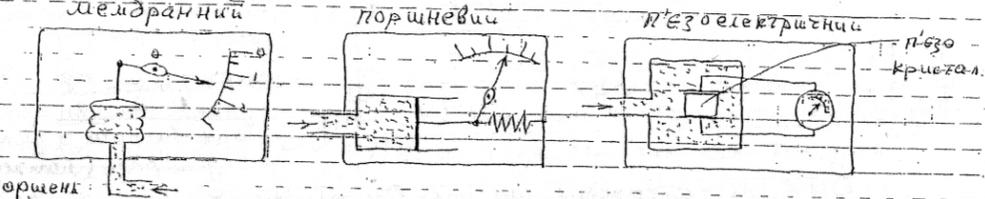


Гвинтовий домкрат ... $F = \frac{h}{2\pi R} mg$ - h - крок званта... R - радіус званта.

K-17] Результат дії сили залежить не тільки від її величини, а й від площі поверхні на яку діє сила (приклад...)

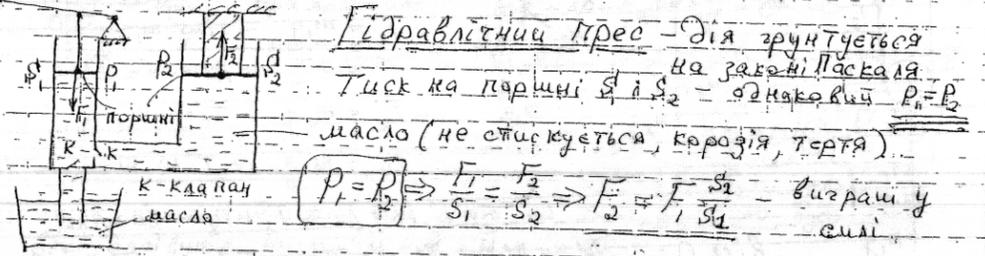


Вимірювання тиску - манометр = датчик тиску + показчик



Закон Паскаля - зовнішній тиск на рідину або газ в стані рівноваги передається без жадних змін у всіх напрямках у всі точки рідини або газу. З-ч Паскаля - наслідок хаотичності руху молекул в рідинах і газах.

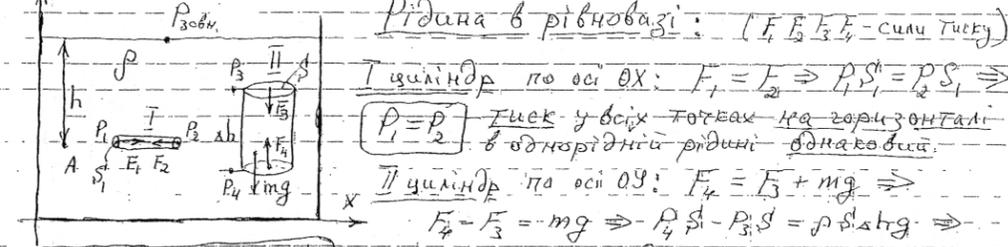
Зауваження: з формулювання закону не випливає рівність тисків у всіх точках рідини або газу, тиск в кожній точці визначається як сума власного (гідростатичного) тиску і зовнішнього. (В малих об'ємах газу тиск у всіх точках можна вважати однаковим).



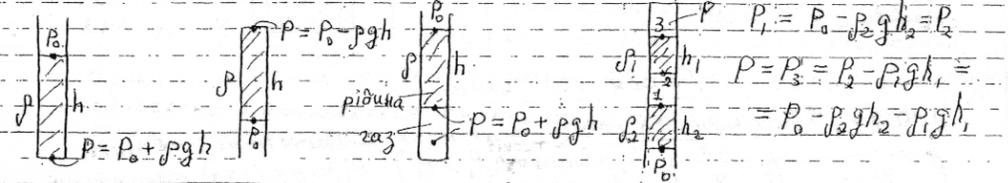
Тиск газу (p) виникає як результат дії (стискання) молекул газу на стінок посудини. При пружному стисканні молекул газу із стінок посудини, на стінею з боку молекул діє сила, величина якої залежить від маси молекул і швидкості. Тиск газу (сила на 1 м^2 поверхні) - сукупність сил багатьох молекул, що діють на стінею. Тиск газу залежить від: 1) Температури (T - визначається масою і швидкістю руху молекул), 2) концентрації (n) молекул (n = N/V - кількість молекул в одиниці об'єму).

Гідравлічний домкрат... Гідравлічні гальма... Пневматичні гальма

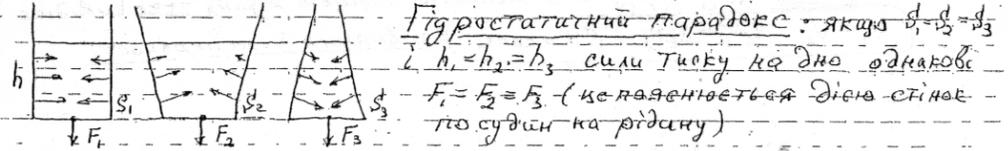
K-18] Вільна поверхня рідини в стані рівноваги - горизонтальна. Гідростатичний тиск - тиск рідин (газів) зумовлений силою тяжіння (власний тиск), діє на дно і стінки посудини і на поверхню дудь-якого закрученого в рідину (газ) тіла (сила тиску).



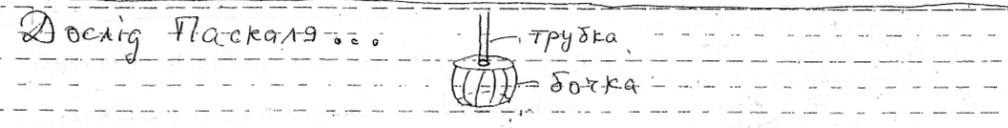
різниця тисків у двох точках на вертикалі $\Delta p = p_4 - p_3 = \rho g \Delta h$. тиск в довільній точці рідини = зовнішній + гідростатичний (власний). $p_A = p_{зовн} + p_{гдр} = p_{зовн} + \rho g h$. h - глибина т.А, вираховується від поверхні рідини вниз (або висота стовпчика рідини над т.А). Для визначення тиску у дудь-якій точці рідини необхідно знати тиск хоча б у одній точці рідини.



Сила гідростатичного тиску. 1) На дно ab (тиск у всіх точках на дні однаковий): $F_{дно} = p_{дно} S_{дно} = \rho g h a b$. 2) На бічну стінею bc (тиск в точках на різних глибинах - різний): $F_{bc} = p_{ср} S^1 = \frac{p_1 + p_2}{2} h b = \rho g \frac{h}{2} h b$. $p_1 = 0$ - мінімальний тиск, $p_2 = \rho g h$ - максимальний тиск. $p = \frac{p_1 + p_2}{2}$ - середній тиск на стінею bc, $S = h b$ - площа стінки на яку діє рідина.

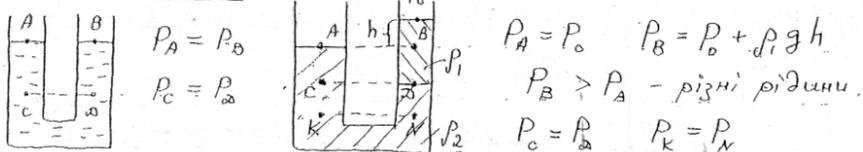


Сила тиску на дно визначається лише площею дна і висотою рівня рідини, незалежить від маси рідини і форми посудини.



нерухомий

К-19 Закон сполучених посудин - в однорідній рідині тиск у всіх точках, розташованих на одному рівні (горизонталі), однаковий.



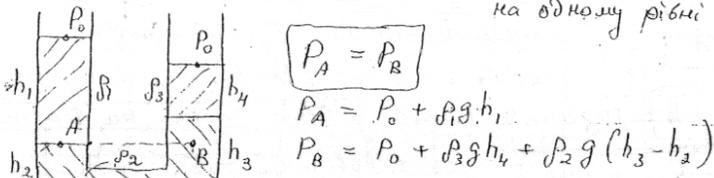
$$P_A = P_B \quad P_C = P_D$$

$$P_A = P_0 \quad P_B = P_0 + \rho_1 g h$$

$$P_B > P_A - \text{різні рідини}$$

$$P_C = P_D \quad P_C = P_A$$

Умова рівноваги рідини - рівність тисків в однорідній рідині на одному рівні (з-ч. спол. посудин).

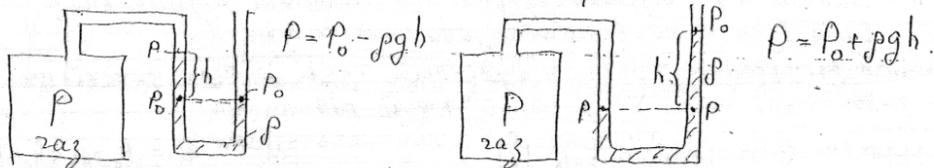


$$P_A = P_B$$

$$P_A = P_0 + \rho_1 g h_1$$

$$P_B = P_0 + \rho_2 g h_2 + \rho_2 g (h_3 - h_2)$$

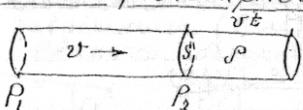
Рідинний манометр



$$P = P_0 - \rho g h \quad P = P_0 + \rho g h$$

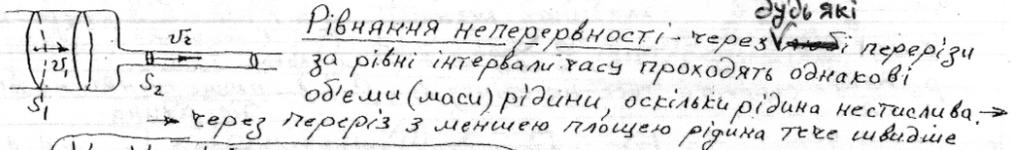
Текія по трубах

Умова рівномірного руху - на кінцях труби треба створити різницю тисків ($P_1 > P_2$). Рідина (газ) рухається в напрямі зменшення тиску. (Різниця тисків - різниця сил тиску потрібна для подолання сил опору (сили в'язкого тертя)).



$$V = S \cdot v \cdot t - \text{об'єм рідини, що витікає з труби за час } t$$

$$m = \rho V = \rho S v t - \text{маса рідини, що проходить через переріз труби}$$

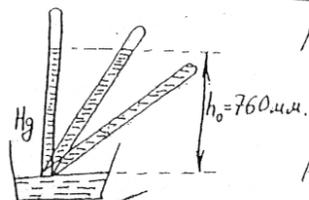


Рівняння неперервності - через будь-які перерізи за рівні інтервали часу проходять однакові об'єми (маси) рідини, оскільки рідина нестислива.

$$V_1 = V_2 \quad S_1 v_1 = S_2 v_2 \quad S \cdot v = \text{const} - \text{рівняння неперервності}$$

Сполучені посудини... Рівні рідини в сполучених посудинах не завжди однакові (однорідної) (Капілярні явища... Шлюзи... Водопровід... Артезіанський колодезь...)

К-20 Атмосфера - газова оболонка, що оточує Землю. Повітря - суміш газів = 78% N_2 + 21% O_2 + (H_2O + CO_2 + ...)
 P_0 - атмосферний тиск зумовлений власною вагою повітря.

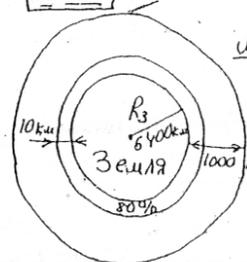


1643р. Е. Торрічеллі - ртутний (Hg) барометр.

$$P_0 = \rho g h_0 = 101325 \text{ Па} = 1 \text{ атм} = 760 \text{ мм. рт. ст.}$$

$$1 \text{ мм. рт. ст.} = 133,3 \text{ Па} \quad P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

1654р. О. Геріке - Магдебургський досвід...

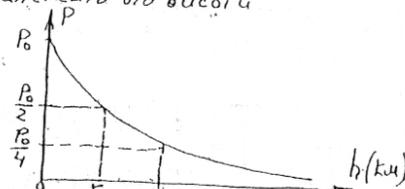


Маса атмосфери $P_0 = \frac{m_a g}{S_{\text{Землі}}} \Rightarrow m_a = \frac{P_0 \cdot S_{\text{З}}}{g} = \frac{P_0 \cdot 4\pi R_{\text{З}}^2}{g}$

Атмосферний тиск залежить від висоти

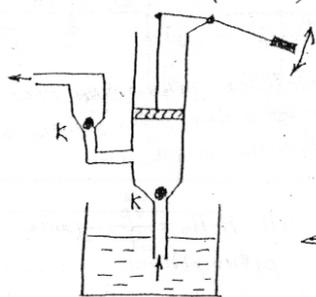
$$P = P_0 \cdot e^{-\frac{\rho_0 g h}{P_0}}$$

барометрична формула

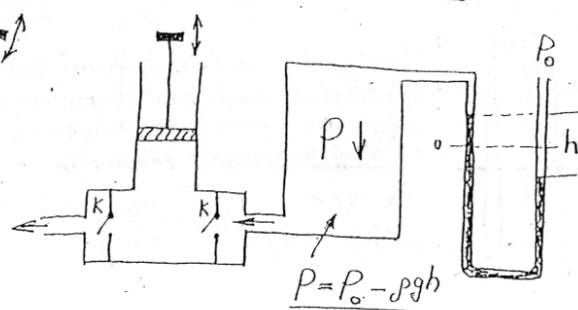


Густина повітря швидко зменшується зі збільшенням висоти h над поверхнею Землі - відповідно зменшується концентрація молекул $n = \frac{N}{V} = \frac{\rho}{m_0}$, яка і визначає тиск газу ($P = n \cdot k \cdot T$, $k = \dots$ стала Больцмана, T - абсолютна температура $T = t^\circ\text{C} + 273 \text{ [K]}$ кельвін), одночасно зменшується температура - на 1 км - $\Delta t = -6^\circ\text{C}$. Барометр-анероїд...

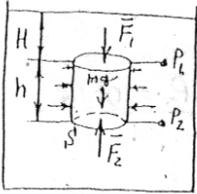
Помпа (насос)



Розріджувальна помпа



K-21 На всі поверхні тіла, зануреного в рідину (газ), діють сили тиску, рівнодійна яких направлена вертикально вгору — виштовхувальна сила — сила Архімеда



I По горизонталі: сили тиску, що діють на бічні поверхні циліндру, компенсуються $\sum \vec{F}_{\text{бічні}} = 0$

II По вертикалі: рівнодійна сил тиску

$$F_A = F_2 - F_1 = p_2 S - p_1 S = \rho_r g (H+h)S - \rho_r g HS = \rho_r g hS = \rho_r g V_p$$

$F_A = \rho_r g V_p$ — Сила Архімеда дорівнює вазі витісненої тілом рідини ($\rho_r V_T g = m_p g$).
Сила Архімеда — реакція.

V_p — об'єм витісненої тілом рідини, не завжди дорівнює об'єму тіла. Коли тіло плаває:

$$V_p = S h_1 < V_T = S (h_1 + h_2)$$

Тіло в рідині:

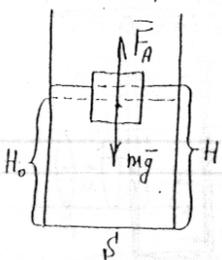
① $F_A > m_T g$ тіло впливає, при виході на поверхню $F_A \downarrow$ доки $F_A = m_T g$ Умова плавання тіла ($\rho_r > \rho_T$)

② $F_A = m_T g \rightarrow \rho_r = \rho_T$ — тіло у будь-якій рівновазі (де по-містити тіло в рідині, там воно і залишиться). (Руди, підводні човни — запоріжські козаки історія?)

③ $F_A < m_T g \rightarrow \rho_r < \rho_T$ — тіло тоне, на дні з'явиться сила реакції опору, тіло зрівноважиться:

$$F_A + N = m_T g \Rightarrow N = m_T g - F_A = P - \text{вага тіла в рідині менша } m_T g.$$

Ареометр...

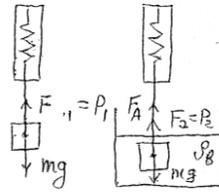


При зміні рівня рідини, внаслідок занурення тіла що плаває, слід пам'ятати, що ця зміна, рівна зміні рівня, яка виникає при додаві рідини об'ємом = об'єму витісненої рідини V_p

$$F_A = m_T g \quad \rho_r V_p g = m_T g \Rightarrow V_p = \frac{m_T}{\rho_r} \quad \text{тоді } \Delta H = H - H_0 = \frac{V_p}{S} - \text{зміна рівня рідини.}$$

K-22 Визначення густини т.т. і рідин методом здростатичного зважування.

① $\rho_{T,T} - ? (\rho_{T,T} > \rho_r)$ За допомогою динамометра

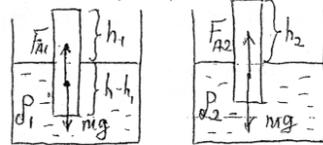


$P_1 = F_1 ; P_2 = F_2$ — вага тіла в повітрі і воді

$$\text{Ум. рівн.: } \left. \begin{aligned} F_1 &= m_T g \\ F_2 + F_A &= m_T g \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_A = \rho_r g V_T = F_1 - F_2 \Rightarrow V_T = \frac{F_1 - F_2}{\rho_r g}$$

$$\rho_{T,T} = \frac{m}{V_T} = \frac{F_1}{g V_T} = \frac{\rho_r F_1}{F_1 - F_2}$$

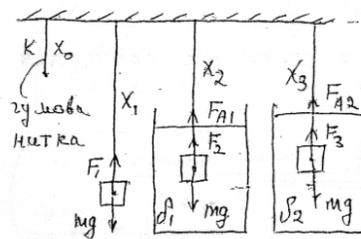
② $\rho_{r,2} - ? (\rho_T < \rho_1, \rho_2)$ За допомогою тіла, що плаває (олівець).



Ум. рівн.:

$$\left. \begin{aligned} m_T g &= \rho_1 g V_{p1} \\ m_T g &= \rho_2 g V_{p2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \rho_1 V_{p1} = \rho_2 V_{p2} \Rightarrow \rho_2 = \rho_1 \frac{V_{p1}}{V_{p2}} = \rho_1 \frac{S(h-h_1)}{S(h-h_2)} = \rho_1 \frac{h-h_1}{h-h_2}$$

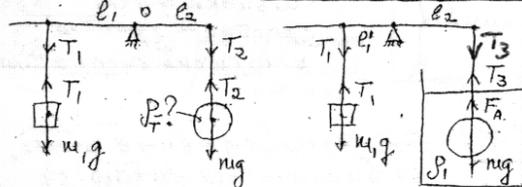
③ $\rho_{2,p} - ? (\rho_T > \rho_1, \rho_2)$ За допомогою гумової нитки і тіла, що тоне.



Ум. рівн.:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= k(x_1 - x_0) = m_T g \\ F_2 + F_{A1} &= m_T g \\ F_3 + F_{A2} &= m_T g \end{aligned} \right\} \Rightarrow \rho_1 g V_T = m_T g - F_2 = k(x_1 - x_0) - k(x_2 - x_0) \Rightarrow \rho_2 g V_T = m_T g - F_3 = k(x_1 - x_0) - k(x_3 - x_0) \Rightarrow \rho_2 = \dots$$

④ $\rho_T - ? (\rho_T > \rho_r)$ За допомогою важеля



Ум. рівн.:

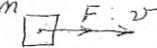
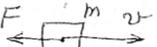
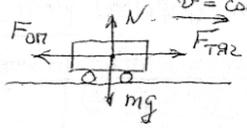
$$\left. \begin{aligned} T_1 &= m_T g \quad T_2 = m_T g \\ T_1 l_1 &= T_2 l_2 \\ T_1 &= m_T g \quad T_3 = m_T g - F_A \\ T_1 l_1' &= T_3 l_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \rho_T = \dots = \frac{\rho_r l_1}{l_1 - l_1'}$$

K-23 Робота (A) - процес переміщення тіла під дією сил.

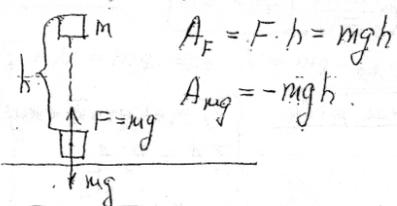
$A = F \cdot s$ - робота - чисельно дорівнює добутку сили на переміщення тіла.

$A = [дж = Н \cdot м]$ - Джоуль (SI).

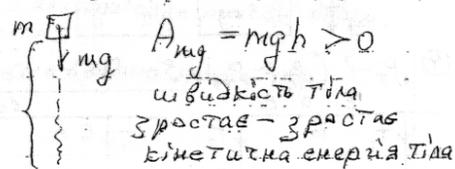
Робота характеризує обмін енергією між тілами при взаємодії.

- ①  $A_F = F \cdot s > 0$ (енергія тіла m зростає ($v \uparrow$), а енергія тіла, що створило силу F (виконало роботу) зменшується).
- ②  $A_F = -F \cdot s < 0$ (енергія тіла m зменшується ($v \downarrow$)).
- ③  $A_F = 0$ (енергія тіла не змінюється).
- ④  Автомобіль рухається рівномірно.
 $A_{Fтяг} > 0$ $A_{Fоп} < 0$, $A_N = A_{mg} = 0$
 $A_{\Sigma} = 0 \Rightarrow$ енергія тіла не змінюється.

Робота сили F по підйомній тїла ($v = const$)

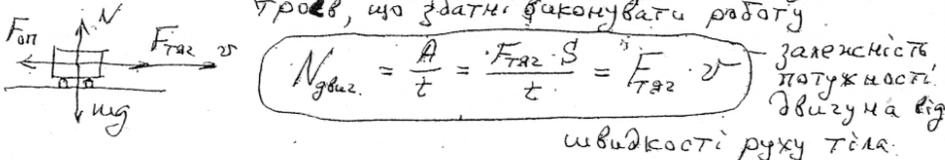


Тїло вільно падає



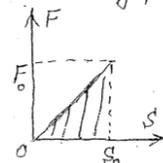
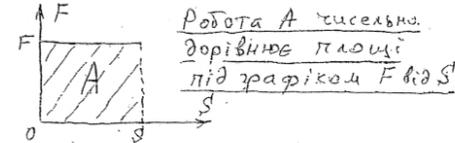
$N = \frac{A}{t}$ - Потужність (N) - чисельно дорівнює роботі, що виконується силою за одиницю часу.
 $N = [Вт = \frac{дж}{с}]$ - ват (SI)

Потужність - характеризує швидкість виконання роботи. Це основна характеристика двигунів, пристроїв, що здатні виконувати роботу.



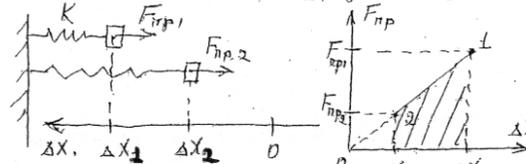
K-24 Робота змінної сили

- ① Якщо $F = const \Rightarrow A = F \cdot s$
- ② Якщо сила змінюється лінійно роботу розраховують по графіку $\left\{ \begin{array}{l} \text{по графіку} \\ \text{через середню силу} \end{array} \right.$



2. Через середню силу $A = F_{cp} \cdot s_0 = \frac{F_0}{2} \cdot s_0$

Робота сили пружності



$A_{пр} = \text{площі трапеції}$
 $A = \frac{F_{пр1} + F_{пр2}}{2} (x_1 - x_2) = \frac{k \Delta x_1 + k \Delta x_2}{2} (\Delta x_1 - \Delta x_2)$
 $= \frac{k(\Delta x_1^2 - \Delta x_2^2)}{2} = \frac{k \Delta x_1^2}{2} - \frac{k \Delta x_2^2}{2} = A$

Якщо $\Delta x_2 = 0$ $A = \frac{k \Delta x_1^2}{2}$ пружина повністю розпрямилася. робота сили пружності

"Золоте правило" механіки

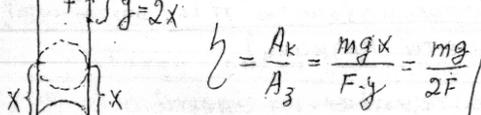
Прості механізми не дають виграти в роботі. Якщо виграємо в силі, то програємо у шляху.

$\eta = \frac{A_{кор}}{A_{затр}}$ - К.К.Д. - коефіцієнт корисної дії - характеристика простих механізмів і двигунів

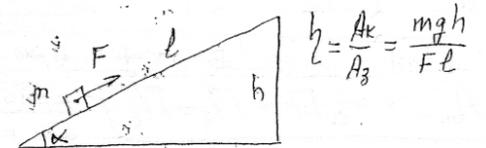
$\eta < 1$ - завжди $A_{кор}$ - корисна робота - у випадку простих механізмів це, найчастіше, робота по підйомній тїла на певну висоту. $A_k = mgh$

$\eta_{гидр.} = 1$ - відсутнє тертя $A_{затр}$ - затрата на роботу - робота яку виконала сила, що прикладена до простого механізму.

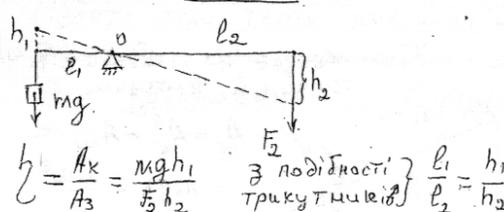
Рухомий блок



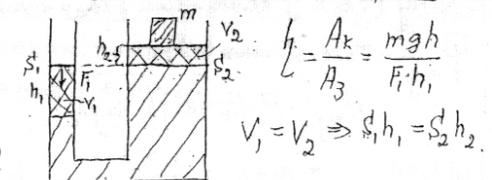
Похил площина



Важіль



Гідравлічний домкрат



K-25 Енергія (E, W, K, Π) — характеристика стану тіла (системи).
 характеризує здатність тіла виконати роботу

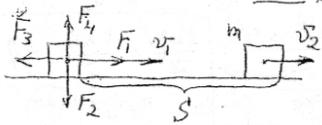
Запас енергії тіла визначається максимальною роботою, яку може виконати тіло, змінюючи свій стан.

$$E = [20 \text{ Дж}] \text{ Дж}$$

I $E_k = K = \frac{mv^2}{2}$ — кінетична енергія тіла — енергія руху тіла.

На гідроелектростанціях (ГЕС) рухомою водою потрапляючи на лопасті турбіни змушує турбіну обертатись, виконуючи роботу за рахунок своєї кінетичної енергії. Вітроелектростанції працюють за рахунок кінетичної енергії рухомого повітря.

Теорема про кінетичну енергію

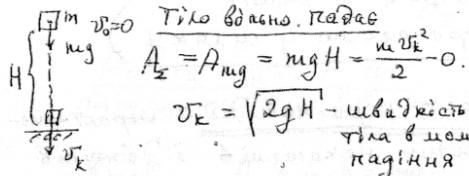


$$A_{\Sigma} = \Delta K = K_k - K_0$$

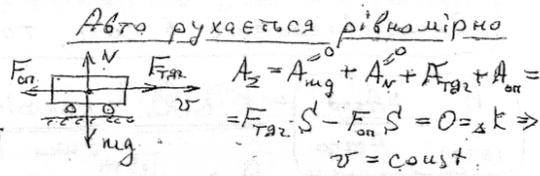
Робота всіх сил прикладених до тіла (A_{Σ}) дорівнює зміні кінетичної енергії тіла (ΔK)

A_{Σ} — сума робіт всіх сил, що діють на тіло.

$K_0 = \frac{mv_0^2}{2}$ — початкова кінетична енергія тіла $K_k = \frac{mv_k^2}{2}$ — кінцева кінет. енерг. тіла.



Тіло вільно падає
 $A_{\Sigma} = A_{mg} = mgh = \frac{mv_k^2}{2} - 0$
 $v_k = \sqrt{2gH}$ — швидкість тіла в момент падіння



Авто рухається рівномірно
 $A_{\Sigma} = A_{mg}^0 + A_N^0 + A_{T_{\text{тр}}} + A_{\text{оп}} = F_{\text{таж}} S - F_{\text{оп}} S = 0 = \Delta K \Rightarrow v = \text{const}$

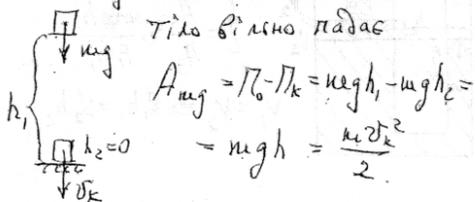
II Потенціальна енергія тіла (E_{Π}, Π) — енергія взаємодії тіла з іншими тілами

1 $\Pi = mgh$ — Потенціальна енергія тіла піднятого над Землею (близько біля поверхні Землі) відлік h вибирають від довільного рівня (як зручніше).

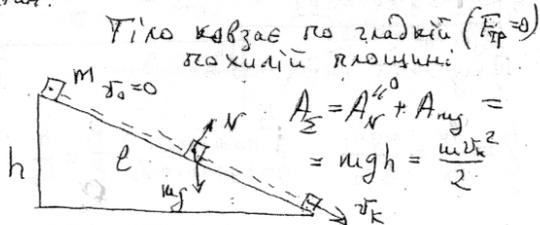
2 $\Pi = \frac{k\Delta x^2}{2}$ — Потенціальна енергія пружно деформованого тіла (розтягнутої/стиснутої пружини)

Теорема про потенціальну енергію

$A_{\text{пот}} = -\Delta \Pi = \Pi_0 - \Pi_k$ — робота потенціальних сил (тяжіння або пружності) дорівнює різниці потенціальних енергій тіла (пружини) при переході з початкового стану (Π_0) у кінцевий (Π_k) стан.



Тіло вільно падає
 $A_{mg} = \Pi_0 - \Pi_k = mgh - mgh_k = mgh = \frac{mv_k^2}{2}$



Тіло ковзає по гладкій ($F_{\text{тр}} = 0$) похилій площині
 $A_{\Sigma} = A_N^0 + A_{mg} = 0 + mgh = \frac{mv_k^2}{2}$

K-26 $E = U + E_{\text{мех}}$ — Повна енергія тіла складається з внутрішньої і механічної енергій

U — внутрішня (теплова) енергія тіла — енергія руху і взаємодії молекул

$E_{\text{мех}} = K + \Pi$ — Повна механічна енергія = кінетична + потенціальна

Закон збереження енергії (З.З.Е)

Енергія в природі ніколи не зникає і не виникає з нічого. Вона лише перетворюється з одного виду в інший або переходить від одного тіла до другого

- Приклади:
- Людина вирила яму — частина її внутрішньої енергії перетворилась у механічну енергію землі ($\Pi = mgh$)
 - Постріл гармати — частина внутрішньої енергії пороху перетворилась у механічну енергію снаряда ($K = \frac{mv^2}{2}$)
 - Камінь впаде на землю — його механічна потенціальна енергія ($\Pi = mgh$) перетворилась у кінетичну ($K = \frac{mv^2}{2}$), яка перетворилась у внутрішню (камінь і земля нагрілись).

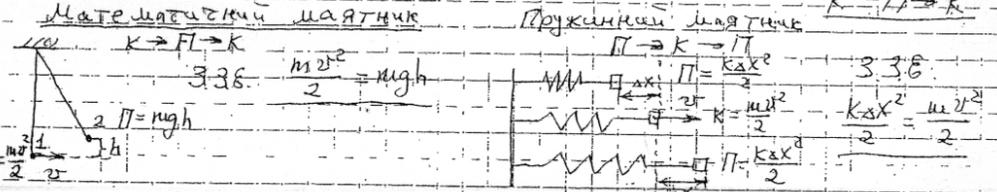
З.З.Е - Закон збереження механічної енергії

В ізольованій системі тіл повна механічна енергія залишається постійною, якщо відсутні сили тертя.

Ізольована система — система тіл на які не діють зовнішні тіла (є тільки внутрішні сили, відсутні зовнішні)

З.З.Е — $E = \text{const}$; $E_1 = E_2$; $K_1 + \Pi_1 = K_2 + \Pi_2 \Rightarrow K_2 - K_1 = -(\Pi_2 - \Pi_1) \Rightarrow$

$\Delta K = -\Delta \Pi$ — при взаємодії тіл ізольованої системи, на стільки збільшується кінетична енергія системи, на стільки зменшується потенціальна і навпаки. Говорять про перетворення кінетичної енергії в потенціальну і навпаки $K = \Pi \Rightarrow K$



Закон зміни механічної енергії

Зміна механічної енергії системи дорівнює сумі робіт всіх зовнішніх сил і робіт сил тертя

$\Delta E = E_2 - E_1 = A_{\text{зовн}} + A_{\text{тр}}$

Робота сили тертя ковзання менша нуля ($A_{\text{тр}} < 0$) і завжди призводить до зменшення механічної енергії системи і до збільшення її внутрішньої енергії