

ИШ ВА ЭНЕРГИЯ. ИМПУЛЬС САҚЛАНИШ ҚОНУНИ.

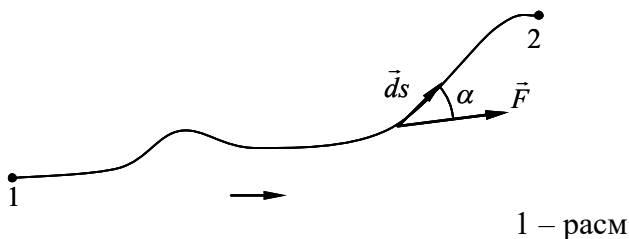
Режа:

1. Механик иш ва қувват.
2. Кинетик ва потенциал энергия.
3. Механикада энергиянинг сақланиш қонуни.
4. Импульснинг сақланиш қонуни.

Механик иш ва қувват. Кучнинг иши – бир бири билан таъсирлашаётган жисмлар орасидаги энергия алмашинуви жараёнининг миқдорий характеристикаси.

Ишнинг ўлчов бирлиги – Жоуль (Ж): 1 Н куч таъсири остида 1 м масофани ўтишда бажарилган иш; $1 \text{ Ж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Бирор жисм куч таъсирида бир нуқтадан иккинчи нуқтага кўчирилган бўлсин. Умуман куч 1 нуқтадан 2 нуқтагача бўлган оралиқда, ҳам сон қиймати бўйича, ҳам йўналиши бўйича ўзгариши мумкин. Масофани фикран чексиз миқдордаги жуда кичкина бўлакчаларга бўлайлик. Ҳар бир ds бўлакча шу даражада кичикки, уни тўғри чизикдан иборат ва ds узунлигида таъсир этаётган $\vec{F}$ куч ўзгармас қийматга эга деб қараш мумкин. $\vec{F}$ кучни шу куч таъсирида жисмнинг $\vec{ds}$ кўчиш масофасига скаляр кўпайтмасидан иборат катталиққа, $\vec{F}$ кучнинг кўчиш масофасидаги бажарган элементар иши деб аталади ва қуйидагича ифодаланади:



$$dA = \vec{F} \cdot \vec{ds} = F ds \cos \alpha \quad (1)$$

бунда α - куч ва кўчиш йўналиши орасидаги бурчак.

Бирор йўлда бажарилган иш ва шу йўлнинг барча кичик қисмларида бажарилган элементар ишлар йиғиндисига тенг, яни иш аддитив катталиқ. Жисмни бир нуқтадан иккинчи нуқтага кўчиришда бажарилган ишнинг ўла миқдори қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$A = \int_1^2 F \cos \alpha ds \quad (2)$$

Жисм ўзгармас куч таъсирида тўғри чизикли траектория бўйича кўчаётган бўлса, хусусий ҳолда S масофада бажарилган иш:

$$A = F S \cos \alpha$$

Агар куч йўналиши билан кўчиш йўналиши бир хил бўлса, ифода янада оддий кўринишга эга бўлади: $A = F S$

Вақт бирлигида бажарилган иш қувват деб аталади, яъни $P = \frac{dA}{dt}$ (3), бунда dA -элементар иш, dt -элементар dA ишни бажариш учун кетган вақт. Жисм бажарган ишнинг жадаллигини аниқлаш учун қувват тушунчаси киритилади:

$$p = F \frac{ds}{dt} \cos \alpha = F v \cos \alpha = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (4).$$

Демак, кувват таъсир этаётган $\vec{F}$ кучни шу куч тасирида жисм олган $\vec{v}$ тезлигига скаляр кўпайтмасига тенг экан. Кувват бирлиги қилиб, 1 секунд вақт ичида 1 Жоуль иш бажарадиган механизмнинг куввати қабул қилинган ва бу бирликка Ватт (Вт) деб ном берилган.

Кинетик ва потенциал энергия. Механик системанинг кинетик энергияси K – шу системанинг ҳаракат энергиясидир. Тинч турган жисмга таъсир қилаётган ва уни ҳаракатга келтираётган куч иш бажаради ва ҳаракатланаётган жисм энергияси шу бажарилган иш катталигига ортади: $dW = dA$ (5).

Жисмнинг ёки жисмлар системасининг иш бажара олиш қобилияти энергия деб аталувчи физик катталик орқали ифодаланади. Механик энергия кинетик ва потенциал энергиялардан иборат бўлади. Кинетик энергиянинг мазмунига тушуниш учун массаси m га тенг, моддий нуқта деб қаралиши мумкин бўлган жисм тезлигини F куч таъсирида v_1 дан v_2 гача орттиришдаги бажарилган ишни ҳисоблайлик. Жисмнинг элементар кесмада силжитишдаги кучининг бажарган иши қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$dA = \vec{F}d\vec{\ell} = m\vec{a}d\vec{\ell}. \quad (6)$$

Жисм ҳаракатининг $\vec{a}$ тезланишини тангенциал ва нормал ташкил этувчиларга ажратиб, (6) ни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$dA = m(\vec{a}_t + \vec{a}_n)d\vec{\ell} = m\vec{a}_t d\vec{\ell} + m\vec{a}_n d\vec{\ell} \quad (7)$$

тезланишнинг нормал ташкил этувчиси силжиш йўналишига доимо тик эканлигини эътиборга олсак, уларнинг скаляр кўпайтмаси $\vec{a}_n d\vec{\ell} = 0$. Шунинг учун (7) ни:

$$dA = m\vec{a}_t d\vec{\ell} = m \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{\ell} = m \frac{d\vec{\ell}}{dt} d\vec{v} = m\vec{v}d\vec{v} \quad (8) \text{ кўринишда ёзиш мумкин.}$$

Жисм тезлигининг v_1 дан v_2 гача ортишидаги ишни қуйидагича ҳисоблаймиз:

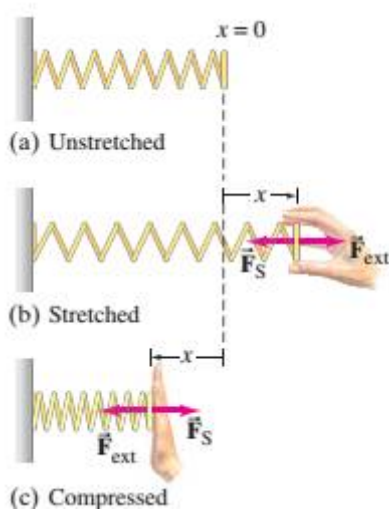
$$A = \int_{v_1}^{v_2} m v dv = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{P_2}{2m} - \frac{P_1}{2m} \quad (9)$$

Демак, бажарилган иш жисм массасига ва унинг тезлиги (импульси) га боғлиқ бўлган катталикнинг ўзгаришига тенг экан. Бу катталикка жисмнинг кинетик энергияси деб аталади. Кинетик энергияга эга бўлган жисм иш бажариш қобилиятига эга. Шунинг учун кинетик энергияни қуйидагича таърифлаш мумкин: кинетик энергия жисмнинг ҳаракатдаги (тезлиги v га тенг) энергияси бўлиб, у сон жиҳатидан тезликни v дан нолгача камайтирилишидаги шу жисмнинг бажара олиши мумкин бўлган тўла ишига тенгдир.

Жисмни ташкил этувчи зарралар (молекулалар, атомлар) нинг ёки системага кирувчи жисмларнинг ўзаро таъсир кучларини мутлақо йўқолгунча (ёки бошқа тоифадаги кучлар билан тўла равишда мувозанатлашгунча), шу кучларнинг бажариши мумкин бўлган тўла ишга сон жиҳатдан тенг бўлган катталикка потенциал энергия деб аталади.

Баъзи мисолларни кўриб чиқайлик. Чўзилган пружинанинг потенциал энергияси деформациянинг (расмга қаранг) мутлақо йўқолгунча эластиклик кучининг бажарган ишига тенгдир, яъни

$$E_p = A = - \int_x^0 k x dx = \frac{1}{2} k x^2 \quad (10)$$



2-расм

Пружинанинг чўзилишида ёки сиқилишида юзага келаётган потенциал энергия пружина таркибидаги заррачаларнинг бир-биридан узоқлашиши ёки бир-бирига яқинлашиши ва шунга мос равишда улар орасида ўзаро тортишиш ёки итаришиш кучларнинг ҳосил бўлиши натижасидир.

Яна бир мисол тариқасида Ернинг тортишиш майдонига жойлашган жисмнинг потенциал энергиясини ҳисоблаб чиқамиз. Берилган нуқтадаги жисмнинг потенциал энергияси жисмни шу нуқтадан чексизликка кўчиришдаги тортишиш кучининг ишига тенг, яъни

$$E_p = - \int_r^{\infty} \gamma \frac{M_{ep} m}{r^2} dr = - \gamma M_{ep} m \int_r^{\infty} \frac{dr}{r^2} = - \gamma \frac{M_{ep} m}{r} \quad (11)$$

Ернинг тортишиш майдонига жойлаштирилган жисмнинг потенциал энергияси жисм Ер марказидан ўзоқлашган сари ортиб боради. Жисм Ер марказидан чексиз ўзоқлашганда эса потенциал энергия ўзининг энг катта қийматига эришади.

Энергиянинг сақланиш қонуни. Берк системада тўла механик энергия ўзгармас қийматга эга бўлади, бу хулоса механик энергиянинг сақланиш қонунидир:

$$E_k + E_p = const \quad (12)$$

Энергия бир турдан бошқа турга айланиши ёки бир жисмдан бошқа жисмга ўтиши мумкин, лекин тўла механик энергия ўзгаришсиз сақланади: $E = E_k + E_p = const$ (13).

Агар берк системада консерватив кучлардан ташқари ноконсерватив кучлар мисол учун ишқаланиш кучлари ҳам мавжуд бўлса, системанинг тўла энергияси вақт ўтиши билан камайиб боради. Бунинг ҳисобига номеханик турдаги энергиялар, масалан, иссиқлик ёки кимйёвий, электромагнит майдон энергиялари ва бошқалар вақт ўтиши билан ортиб боради. Лекин энергиянинг ҳамма турларининг йиғиндиси вақт ўтиши билан ўзгармай қолади. Энергиянинг сақланиш қонуни физиканинг энг асосий ва умумий қонунларидан биридир.

Импульснинг сақланиш қонуни. Биз яшаб турган табиий шароитларда берк система (тизим) мавжуд эмас, чунки Ер сиртидаги ҳар қандай тизимга ҳеч бўлмаганда Ернинг тортиш кучи таъсир этади. Лекин тизимдаги жисмларнинг таъсир кучларига нисбатан ташқи кучлар ҳисобга олинмаса ёки ҳисобга олинмаслик даражасида кичик бўлса, бундай тизимни берк тизим деб қараш мумкин.

Тизимдаги жисмларнинг ўзаро таъсир кучларини ички кучлар дейилади. Тизим учун импульснинг сақланиш қонуни Ньютоннинг иккинчи ҳамда учинчи қонунларига асосланган ва бу ҳақдаги мулоҳазалар инерциал санок тизимида нисбатан олиб борилади. Дастлаб n та жисмли берк тизимни олиб қарайлик. Тизим берк бўлганлиги туфайли унга таъсир этувчи ташқи кучларнинг тенг таъсир этувчиси нолга тенг, яъни тизимда фақат ички кучлар мавжуд. Тизимдаги n та жисмнинг ҳар бирининг импульсини $P_1, P_2, \dots, P_n$ деб белгиласак, тизим импульси:

$$\vec{P} = \sum_i \vec{P}_i = \sum_i m_i \vec{v}_i \quad (14)$$

тарзида ифодаланади, бунда $\vec{P}_i = m_i \vec{v}_i$ – жисмнинг импульси. Берк тизим учун:

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = 0 \quad \text{ёки} \quad \frac{d}{dt} \sum_i m_i \vec{v}_i = 0 \quad (15)$$

(15) ифодадан: $\vec{P} = \sum_i m_i \vec{v}_i = const.$ (16) деган хулосага келамиз. (16) ифода берк

тизим учун импульснинг сақланиш қонуни ифодалайди: *берк тизимнинг импульси вақт ўтиши билан ўзгармайди.* Бошқача айтганда берк тизим айрим жисмларнинг импульслари вақт ўтиши билан ўзгарсада, унинг умумий импульси ўзгармай қолади. Масалан, тизимдаги бирор жисмнинг импульси камайса, шу тизимдаги бошқа жисмнинг импульси шунча ошади.

Тизимга ташқи кучлар таъсир этаётган бўлса, у берк тизим бўла олмайди ва импульснинг сақланиш қонуни бажарилмайди. Бундай тизим учун:

$$\frac{d}{dt} \sum_i m_i \vec{v}_i = \vec{F}_T \quad (17)$$

$\vec{F}_T$ - ташқи кучларнинг тенг таъсир этувчиси. (17) тенглама механик тизим импульсининг ўзгариш қонунини ифодалайди: тизим импульсидан вақт бўйича олинган биринчи тартибли ҳосила тизимга таъсир этувчи ташқи кучларнинг тенг таъсир этувчисига тенг.

НАЗОРАТ САВОЛЛАР

1. Иш қандай механик катталиқ.
2. Импульс деб нимага айтилади.
3. Импульснинг сақланиш қонунини тушунтиринг.
4. Дарё оқимиға қарши сузаётган одам қирғоққа нисбатан ҳаракатланмайди (кўчмайди), бу ҳолатда у иш бажарадими? Агар у сузишни тўхтатса, оқимнинг ҳисобига у кўчади,бу ҳолатда одамни кўчиришда иш бажариладими?
5. Кинетик энергия қандай аниқланади.
6. Энергия қандай физик маъноға эға.
7. Потенциал энергияни тушунтиринг.

АДАБИЁТЛАР

1. Douglas C. Giancoli, Physics: Principles with Applications, Prentice Hall; 6 th edition January 17, 2014, USA
2. Султанов Н.А. “Физика курси” Т. “Фан ва технология” 2007 йил
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Курс физики. Учебник -М.: “Академия”, 2007
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Учебник. -М.: «Академия», 2007
5. google.com