Mechanika tuhého tělesa

*Pohyby tuhého tělesa  
Moment síly vzhledem k ose otáčení  
Skládání a rozkládání sil  
Dvojice sil, Těžiště, Rovnovážné polohy tělesa*

Mechanika tuhého tělesa

* těleso nebudeme nahrazovat HB, ale ideálním modelem, který nazýváme tuhé těleso
* **tuhé těleso** = těleso, jehož tvar ani objem se působením libovolně velkých sil nemění
* síly působící na tuhé těleso mají pouze pohybové účinky

Pohyby tuhého tělesa

# Posuvný pohyb (translace)

* všechny body tělesa mají stejnou rychlost a opisují stejné trajektorie (přímočaré, křivočaré)
* každá přímka spojená s tělesem je při pohybu stále rovnoběžná s původní polohou

# Otáčivý pohyb (rotace)

* jednotlivé body tuhého tělesa opisují kružnice, jejichž středy leží na ose otáčení
* mnohá tělesa konají posuvný a otáčivý pohyb současně
* Země - posuvný kolem Slunce

- otáčivý kolem své osy

* kola jedoucího automobilu

Moment síly vzhledem k ose otáčení

**Moment síly** = fyzikální veličina vyjadřující otáčivý účinek síly na tuhé těleso

Otáčivý účinek síly závisí na: velikosti síly, směru síly a poloze jejího působiště.

F = velikost síly(leží v rovině kolmé k ose otáčení)



d = rameno síly(kolmá vzdálenost vektorové přímky síly od osy o)

Jednotkou je newton metr (N.m).

Moment síly M = vektor, který leží v ose otáčení (kolmý k síle i k ramenu síly)

Výsledný moment sil **M** je vektorový součet momentů jednotlivých sil k dané ose:

**M** = **M1**+ **M2**+…+**Mn**

Otáčivý účinek několika sil působících na tuhé těleso otáčivé kolem nehybné osy se navzájem ruší, je-li vektorový součet momentů všech sil vzhledem k ose otáčení nulový:

**M** = **M1**+ **M2**+…+**Mn**=0 ….. Momentová věta

# Příklad:

Na kotouč otáčivý kolem vodorovné osy působí 3 síly o velikostech F1=10 N, F2=20 N, F3=30 N, jejichž ramena jsou d1=20 cm, d2=10 cm, d3=10 cm. Vypočti velikosti momentu těchto sil a velikost výsledného momentu.

Skládání sil

Skládat síly (**složky**) znamená nahradit je silou jedinou (**výslednicí**), která má při působení na těleso stejný pohybový účinek.

# Skládání sil působících na těleso v jednom bodě:

* stejný směr
* opačný směr
* různý směr

# Skládání sil působících na těleso v různých bodech tělesa:

# C:\Documents and Settings\Slečna Hlaváčková\Plocha\Obrázka fyz\mechtuht3.gif

# Příklad:

Na konci tyče délky 80 cm působí kolmo k tyči 2 rovnoběžné síly o velikostech 50 N a 30 N. Ve kterém místě musíme tyč podepřít, aby se neotáčela? Jak velkou tlakovou silou působí tyč na podpěru?

Rozkládání sil

Rozložit sílu znamená nahradit ji dvěma nebo více silami o stejném pohybovém účinku na těleso.

**Rozkládání síly na 2:**

# různoběžné síly



F1=pohybová složka tíhové síly

F2=tlaková složka (ruší se pevností podložky)

Platí: Ft=f.F2

# rovnoběžné síly

* rozklad tíhy tělesa umístěného na vodorovné tyči



# Příklad:

Na nosník délky 6 metrů položíme do vzdálenosti 2 m od jednoho konce nosníku těleso hmotnosti

300 kg. Jak velkými tlakovými silami působí nosník na podpěry umístěné na koncích nosníku?

Dvojice sil

Dvojici sil tvoří dvě stejně velké rovnoběžné síly opačného směru, které působí ve dvou různých bodech tuhého tělesa otáčivého kolem nehybné osy.

# Moment dvojice sil:



d=rameno dvojice sil (kolmá vzdálenost vektorových přímek obou sil)

F=velikost jedné síly

Těžiště tuhého tělesa

Těžiště tělesa je působiště výslednice všech tíhových sil působících na jednotlivé hmotné body tělesa.

* poloha těžiště je stálá a závisí na rozložení látky v tělese
* u stejnorodých a pravidelných těles je v geometrickém středu
* u nestejnorodých a nepravidelných těles určujeme výpočtem nebo experimentálně (podpíráním, zavěšováním)

Rovnovážné polohy tělesa

**Těleso v rovnovážné poloze, jestliže platí:**

1. rovnováha sil



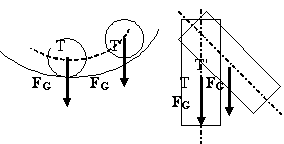
1. rovnováha momentu sil



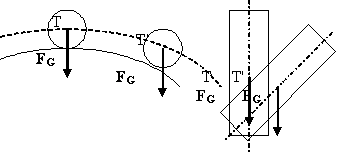
V rovnovážné poloze jsou tělesa podepřená pod těžištěm nebo zavěšená nad těžištěm.

# Rovnovážná poloha:

1. **stálá** nebo-li **stabilní**



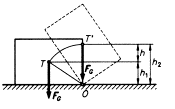
1. **vratká** nebo-li **labilní**



1. volná nebo-li indiferentní



Největší význam má stálá (stabilní) rovnovážná poloha – souvisí se **stabilitou tělesa**.



Stabilitu tělesa měříme prací, kterou musíme vykonat, abychom těleso uvedli ze stálé rovnovážné polohy do polohy vratké.



m=hmotnost tělesa

h=výška, o kterou se zvedne těžiště tělesa při jeho překlopení ze stálé do vratké polohy

Cvičení

# Moment síly vzhledem k ose otáčení

1. Ve vrcholech čtvercové desky o straně *a = 40 cm* působí síly F1, F2, F3 o stejné velikosti 10 N. Určete velikosti momentů jednotlivých sil vzhledem k ose procházející kolmo k desce bodem O.

F3

F1

jkhkjF2

F3

F2

F1

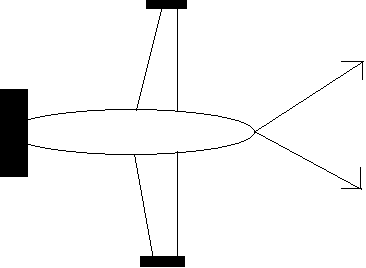
1. Jaký bude výsledný moment sil o velikostech 20 N a 30 N, působí-li síly podle obrázku.
2. Na tyč otáčivou kolem osy působí síly F1= 10 N, F2= 20 N, F3= 30 N podle obrázku. Jaký bude výsledný moment síly tyče?

Výsledky:

1. 2 Nm, 0 Nm, -2,8 Nm
2. M1 = 6 Nm, M2 = -6 Nm, M = 0 Nm
3. M1 = 0,4 Nm, M2 = 0,4 Nm, M3 = -0,6 Nm, M = 0,2 Nm

# Skládání sil

1. Na konci tyče délky 80 cm působí kolmo k tyči 2 rovnoběžné síly o velikostech 50 N a 30 N. Ve kterém místě musíme tyč podepřít, aby se neotáčela. Jak velkou tlakovou silou působí tyč na podpěru? Hmotnost tyče neuvažujeme.
2. Jak velká je výslednice sil 30 N a 40 N? Síly působí v jednom bodě tuhého tělesa a jsou a) stejného směru, b) opačného směru, c) navzájem kolmé.
3. Jak velkou silou je tažen větroň, jestliže síly napínající 2 lana svírají úhel 60° a každá z nich má velikost 1 000N? Řeš graficky i početně.



1. Urči velikost a polohu působiště výslednice dvou rovnoběžných sil stejného směru o velikostech 30 N a 60 N, je-li vzdálenost jejich vektorových přímek 2,1 m. Řeš graficky i početně. V jakém poměru jsou velikosti daných sil a v jakém poměru jejich vzdálenosti d1 a d2.

Výsledky:

1. 80 N; 0,3 m
2. a)70 N b) 10 N c) 50 N
3. 1700 N
4. 90 N; 0,7 m; 1:2, 2:1

# Rozkládání sil

1. Na nakloněné rovině s úhlem sklonu 30° je těleso o hmotnosti 500 g. Urči velikost pohybové a tlakové složky tíhy tělesa.
2. Na nakloněnou rovinu s úhlem sklonu 30° položíme těleso o hmotnosti 2 kg. Urči, s jakým zrychlením se bude na nakloněné rovině pohybovat. Součinitel tření je 0,1, tíhové zrychlení 10 m.s-2.
3. Na nosníku o hmotnosti 100 kg a délce 5 m je zavěšeno ve vzdálenosti 1 m od jednoho konce nosníku těleso o hmotnosti 400 kg. Jak velké síly působí na koncích nosníku?

Výsledky:

1. 2,5 N; 4,3 N
2. 4,1 m.s-2
3. 1300 N, 3700 N

# Dvojice sil

1. Na volant o poloměru 20 cm působí dvojice sil, každá o velikosti 6 N. Urči moment dvojice sil.

Výsledek:

1. 2,4 N.m

# Těžiště tělesa

1. Na jednom konci tyče o délce 30 cm je připevněna koule o poloměru 6 cm. Hmotnost koule je 2x větší než hmotnost tyče. Urči polohu těžiště tělesa, které vznikne spojením tyče a koule.

Výsledek:

1. 14 cm od středu blíže ke kouli

# Rovnovážné polohy

1. Žulový čtyřboký pravidelný hranol má podstavnou hranu 60 cm a výšku 80 cm. Jakou práci musíme vykonat, abychom hranol překlopili z rovnovážné polohy stálé do rovnovážné polohy vratké, jestliže hranol je postaven na vodorovné rovině čtvercovou stěnou? Hustota žuly je 2500 kg.m-3,tíhové zrychlení je 10 m.s-2.

Výsledek:

1. 720 J