

## M07 Nakloněná rovina

Měření jsou prováděna s vozíkem na nakloněné rovině, abychom určili vztah mezi silou působící podél roviny a úhlem naklonění pro rozdílnou hmotnost vozíku.

### Součástky potřebné k experimentu

Tyč, 330 mm .....	1
Upínací jezdec .....	4
Kolejnice, 360 mm .....	6
Kolejnice, 180 mm .....	7
Křížová svorka (2x) .....	9
Jeden pár podstavců pod kolejnici .....	10
Háček ve tvaru S .....	14
Disková závaží, 50 g, zelená (2x) .....	18
Siloměr, 1 N .....	20
Měřící vozík se závitovou tyčí .....	23ab
Kovová oska, 80 mm .....	24

Dále je potřeba:  
Úhломěr



### Postup provádění experimentu

Podstavce upevněte na kratší kolejnici a na jeden její konec nasuňte upínacího jezdece. Do středního otvoru jezdece vložte tyč a na ni ke spodnímu konci nasuňte křížovou svorku tak, aby její konec se šterbinou směřoval rovnoběžně s kolejnici.

Kovovou osku nasuňte do otvoru křížové svorky a upevněte ji. Osku nyní provlékněte otvory v dlouhé kolejnici tak, jak vidíte na obrázku.

*Pokud používáte kolejnici bez podstavců, dbejte na to, abyste nepoškrábali povrch pod nimi.*

Posouváním křížové svorky po tyči můžete nastavovat velikost úhlu  $\alpha$  mezi kolejnici a povrchem stolu. Nejprve do vozíku zašroubujte závitovou tyč. Nasadte měřící vozík ( $m = 104$  g) na nakloněnou kolejnici

a upevněte dříve zkalibrovaný siloměr pomocí háčku ve tvaru S do otvoru na boku vozíku.

Nyní vozík táhněte nahoru do svahu a kontrolujte, že držíte siloměr neustále rovnoběžně s kolejnici. Siloměr vám ukáže sílu rovnoběžnou s rovinou a budete ji moci během tažení odečítat.

Experiment nejprve zjišťuje, jak síla  $F_{\text{plane}}$ , působící dolů po nakloněné rovině, závisí na úhlu sklonu  $\alpha$ . Pak celé měření zopakujeme s přidáním zátěží jednoho nebo dvou závaží 50 g na vozík, abychom zjistili, jak síla  $F_{\text{plane}}$  závisí na normálové síle  $F_N$ .

## Výsledky

Tento experiment měří pomocí vozíku vztah mezi silou působící dolů po nakloněné rovině a úhlem sklonu. Vozík i s tyčí má hmotnost 0,104 kg, to znamená, že jeho tíha je přibližně 1,02 N.

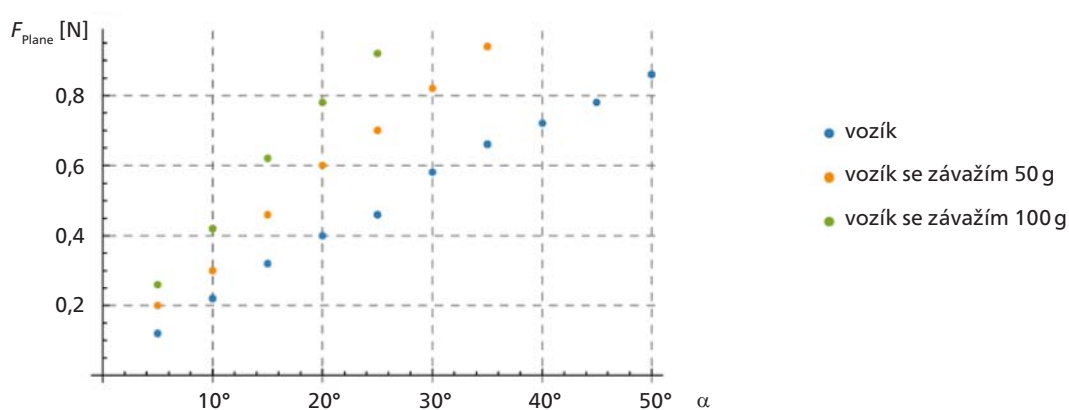
Vzhledem k tomu, že upevňovací tyč se zvyšujícím se sklonem nakloněné roviny stále více ovlivňuje měření, pracovní list uvádí pouze měření do úhlu 50°. To znamená, že v grafu můžeme vidět nelineární průběh.

Přímá úměra mezi silou rovnoběžnou s nakloněnou rovinou a normálovou silou na ni kolmou je zřetelně vidět z kvocientů v tabulce měření.

Chcete-li najít sinusový průběh grafu, proveďte měření pro další úhly sklonu až do 70°. Řešení otázky 4, kde je maximální síla rovnoběžná s rovinou rovna tíze, vám rovněž pomůže s určením sinusové křivky:

$\alpha$	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	90°
$F_{\text{Plane,1}}$ [N]	0,12	0,22	0,32	0,40	0,46	0,58	0,66	0,72	0,78	0,86	0,86	0,90	0,92	0,94	1,02
$F_{\text{Plane,2}}$ [N]	0,20	0,32	0,46	0,60	0,70	0,82	0,94	x	x	x					1,51
$F_{\text{Plane,3}}$ [N]	0,26	0,42	0,62	0,78	0,92										
$F_{\text{Plane,2}} / F_{\text{Plane,1}}$	1,67	1,45	1,44	1,50	1,52	1,41	1,42	$\varnothing = 1,49$							
$F_{\text{Plane,3}} / F_{\text{Plane,1}}$	2,17	1,91	1,94	1,95	2,00			$\varnothing = 1,99$							

Síla působící dolů po nakloněné rovině / úhel sklonu

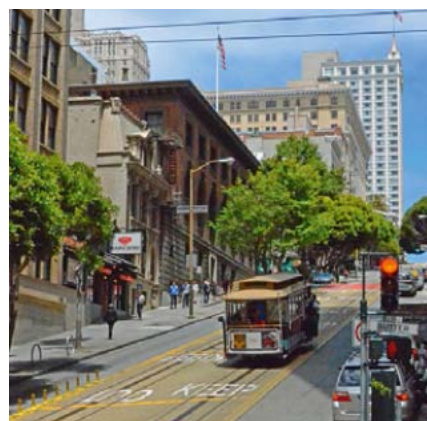
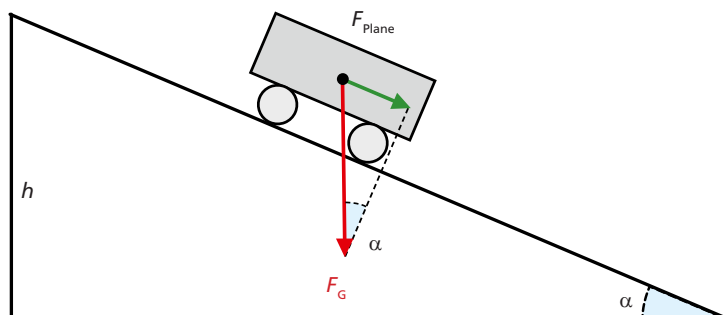


Doplňk k tomuto experimentu:

Pracovní list „Nakloněné roviny“

Na nakloněné rovině se tělesa pohybují směrem dolů díky složce své vlastní tíhy. Tato síla, rovnoběžná s nakloněnou rovinou, závisí na úhlu sklonu roviny a tíze tělesa.

Následující experiment zkoumá tyto závislosti.



#### Nakloněná rovina

Nakloněnou rovinou rozumíme plochu, která je skloněná vzhledem k vodorovné rovině.

#### Postup provádění experimentu:

- > Změřte tíhu  $F_G$  měřícího vozíku včetně zašroubované tyče a hodnotu zapište do sloupce označeného  $\alpha=90^\circ$  v tabulce měření.
- > Vypočítejte tíhu s přidanou hmotností (50 g a 100 g) a hodnoty zapište do tabulky měření.
- > Sestavte nakloněnou rovinu podle obrázku.
- > Přečtěte si pozorně Tipy k měření.
- > Pak z tabulky měření pro dané úhly sklonu a pro danou iniciální tíhu vozíku určete sílu táhnoucí vozík dolů.

#### Zopakujte si

$$F_G = m \cdot g$$

#### Tipy k měření

Během měření táhněte vozík nahoru rovinou zlehka a rovnoměrně.

Dávejte neustále pozor, abyste udržovali siloměr rovnoběžně s nakloněnou rovinou.

									$F_G$
$\alpha$	5°	10°	15°	20°	30°	40°	50°	90°	
$F_{\text{Plane},0}$ [N]									
$F_{\text{Plane},50}$ [N]									
$F_{\text{Plane},100}$ [N]									

Pokud je síla mimo měřitelnou oblast, zapište do tabulky „x“

#### Výsledky:

1. Nakreslete graf závislosti úhlu sklonu a síly rovnoběžné s nakloněnou rovinou
2. Popište vztah mezi úhlem sklonu a silou rovnoběžnou s nakloněnou rovinou znázorněný grafem.
3. Popište vztah mezi tíhou a silou rovnoběžnou s nakloněnou rovinou znázorněný grafem.
4. Najděte úhel, při kterém má síla rovnoběžná s nakloněnou rovinou maximální hodnotu. Jaká by byla hodnota síly v tomto úhlu?