**2021. gada Latvijas atklātā fizikas olimpiāde**

**11.-12. klases komplekts.**

**6. uzdevums.**

**“Slīd un rotē”** No slīpās plaknes augšas bez sākuma ātruma sāk kustēties caurule ar plānām sienām un rādiusu *R*. Slīpās plaknes garums ir *L* un slīpuma leņķis ir φ. Augšējā slīpās plaknes puse ir absolūti slidena, bet tās apakšējā pusē berzes koeficients ir μ = tg φ. Nosakiet, vai caurule slīdēs, kad tā sasniegs slīpās plaknes beigas!

L

2R

φ

«**Катится и скользит**» С верха наклонной плоскости длиной *L* и углом наклона φ без начальной скорости начинает двигаться тонкостенная труба радиуса *R*. Верхняя половина плоскости совершенно скользкая, а коэффициент трения на нижней половине равен μ = tg φ. Найти, будет ли труба проскальзывать, когда она достигнет конца плоскости.

**Atrisinājums:**

Pirmo ceļa pusi (kamēr $μ=0$) caurule slīdēs bez rotācijas un tās ātrums šī ceļa posma beigās *v*1/2 ir noteikts no potenciālās un kinētiskās enerģijas vienādības:

$$\frac{mv\_{1/2}^{2}}{2}=mg\frac{L\sin(φ)}{2}$$

$$v\_{1/2}=\sqrt{gL\sin(φ)}$$

Pēc otrā posma sākuma caurule pakāpeniski sākt rotēt ap savu asi. Tā vairs neslīdēs, kad ar slīpo plakni kontaktā esošo punktu ātrums būs vienāds ar nulli.

Caurules rotācijas leņķiskais ātrums palielināsies berzes spēka momenta $τ\_{b}=F\_{b}R$ rezultātā. Kamēr caurule vēl slīdēs, šis spēks ir maksimāls un vienāds ar $F\_{b}=μN=μmg\cos(φ)$, bet caurules paātrinājums gar plakni ir vienāds ar$ a=g\left(\sin(φ)-μ\cos(φ)\right)=0$. Šī nulles vērtība atbilst uzdevuma dotam berzes koeficientam. Caurules centra kustība būs vienmērīga.

Caurules leņķiskais paātrinājums ir $α=\frac{τ}{I}=\frac{F\_{b}R}{mR^{2}}=\frac{μg\cos(φ)}{R}$. Slīdešana beigsies, kad caurules centra kustības ātrums $v\_{1/2}$ būs vienāds ar tās virsmas rotācijas ātrumu attiecībā pret caurules centru $v\_{rot}=ωR=αtR$, tas ir,

$$μg\cos(φ)t=v\_{1/2}$$

Izsakot no šejienes laiku, kad tas notiks, iegūsim

$$t=\frac{v\_{1/2 }}{μg\cos(φ)} $$

Attālums, kuru caurule veiks šajā laikā ir

$$S=v\_{1/2}t=\frac{v\_{1/2}^{2}}{μg\cos(φ)}=\frac{gL\sin(φ)}{g\sin(φ)}=L$$

Tas nozīmē, ka slīpas plaknes galā, kad ceļš kopš posma sākuma ir *L*/2, caurule vēl slidēs.

**Atbilde**: vēl slidēs.