

Projekt **ŠABLONY NA GVM**

registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0948

III-2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

**1. Mechanika**

**1. 13. Rozbor jedné úlohy - „smyčka smrti“**

**Autor:**  Aleš Trojánek

**Jazyk:** čeština

**Datum vyhotovení:** červen 2013

**Cílová skupina:**  žáci gymnázia: 1. ročník čtyřletého studia a 5. ročník

osmiletého studia, maturitní ročník, věk 16-19 let

**Druh učebního materiálu:** podpora a doplnění výuky fyziky, materiál je určen i pro samostatnou práci žáků

**Očekávaný výstup:** žáci si osvojí řešení typických fyzikálních úloh z mechaniky.

**Anotace:** Učební materiál obsahuje vzorový příklad z části – mechanika tuhého tělesa. Může sloužit při výkladu, procvičování i pro samostatnou práci žáků. Velmi vhodný je pro přípravu k maturitní zkoušce z fyziky.

**1. 13. Rozbor jedné úlohy - „smyčka smrti“**

Následující dvě úlohy se v různých obměnách vyskytují v různých učebnicích mechaniky, např. v [1], s. 196, 199, 321 a v [2], s. 230. Protože však při jejich řešení se objevují někdy nejasnosti (např. o kostce se uvažuje jako o kuličce), budeme se v tomto textu věnovat jejich fyzikálnímu rozboru.

**Příklad 1: Kostka na dráze tvaru „smyčky smrti“**

Malá kostka o hmotnosti může klouzat bez tření po dráze tvaru „smyčky smrti“ znázorněné na obr. 1. Z jaké výšky je třeba kostku volně pustit, aby ztratila kontakt se smyčkou právě při průchodu jejím vrcholem. (Ztráta kontaktu se smyčkou je charakterizována tím, že síla smyčky na kostku se právě anuluje.)

***Řešení:***

Vyjdeme ze zákona zachování mechanické energie a srovnáme energii kostky v tíhovém poli Země ve dvou polohách: v bodech a .

(1)

V neinerciální vztažné soustavě spojené s kostkou pro bod platí:

, (2)

neboť kostka je v této soustavě v klidu. Jednotlivé síly působící na kostku jsou: tíhová síla , síla od smyčky a setrvačná odstředivá síla .

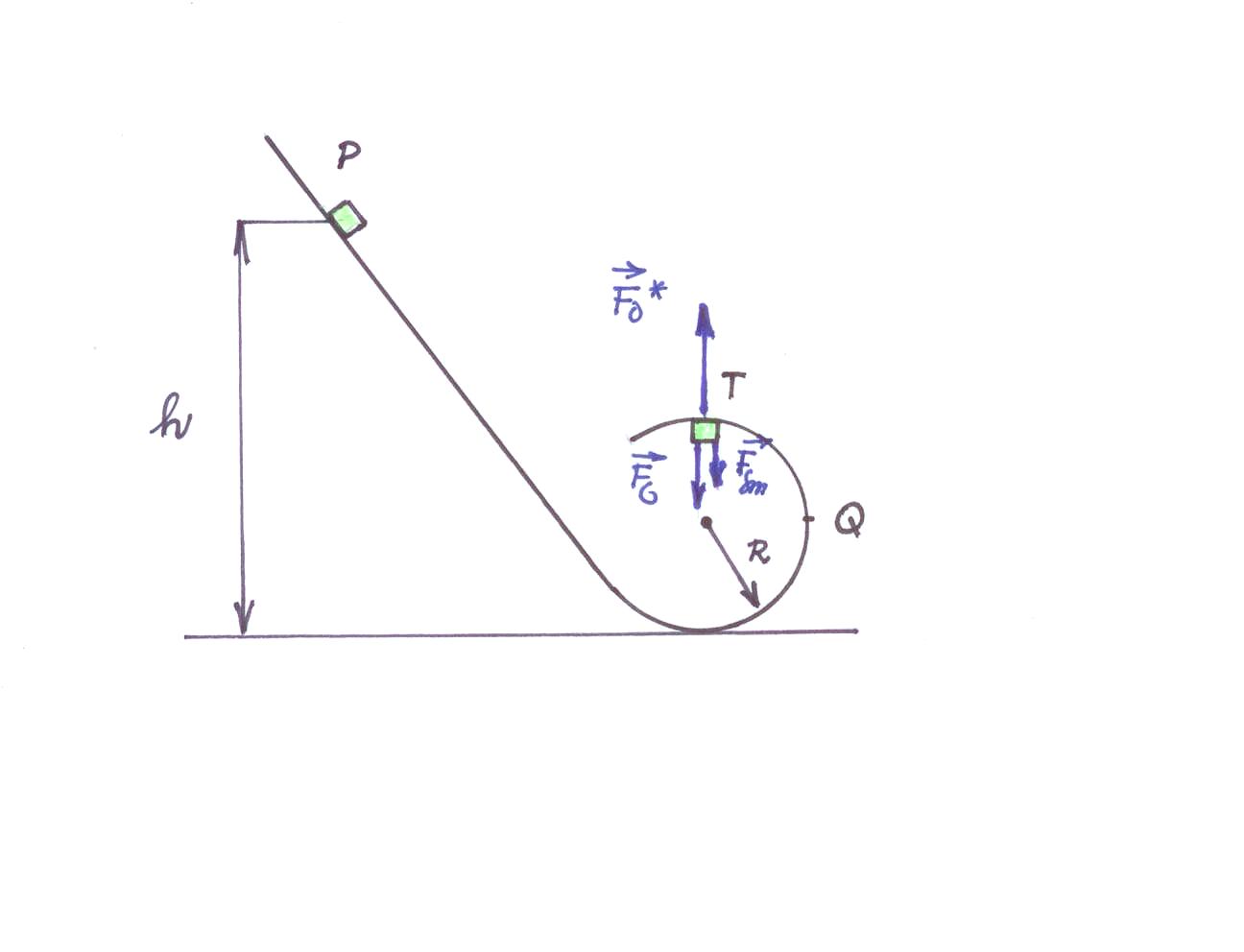
Protože při průchodu bodem je síla od smyčky na kostku nulová, ze vztahu (2) a podle obr. 1 dostaneme:

(3)

Dosadíme-li ze vztahu (3) do vztahu (1), postupně dostaneme:

Doplňující úkol: Jaká je výslednice sil působících na kostku v okamžiku jejího průchodu bodem Q?

[Výsledek: Vodorovná složka míří vlevo a má velikost , svislá složka míří dolů a má velikost.]

****

Obr. 1

**Příklad 2: Kulička na dráze tvaru „smyčky smrti“**

Malá plná kulička o hmotnosti a poloměru se valí bez klouzání po nakloněné rovině zakončené smyčkou podle obr. 2. Kulička byla uvolněna ve výšce nad úrovní vodorovné podlahy. Určete nejmenší hodnotu , při které kulička ještě neprojde vrcholem smyčky. Poloměr smyčky je mnohonásobně větší než poloměr kuličky.

***Řešení:***

I když je formulace zadání příkladu trochu odlišná od toho předchozího, pro bod můžeme provést stejnou úvahu: Budeme uvažovat hraniční případ, že kulička v bodě ztrácí kontakt se smyčkou. Pak v neinerciální vztažné soustavě spojené s těžištěm kuličky pro bod platí rovnice (2):

Stejným postupem jako v příkladu (1) zjistíme, že platí

Symbolem jsme označili velikost rychlosti, kterou se pohybuje těžiště kuličky.

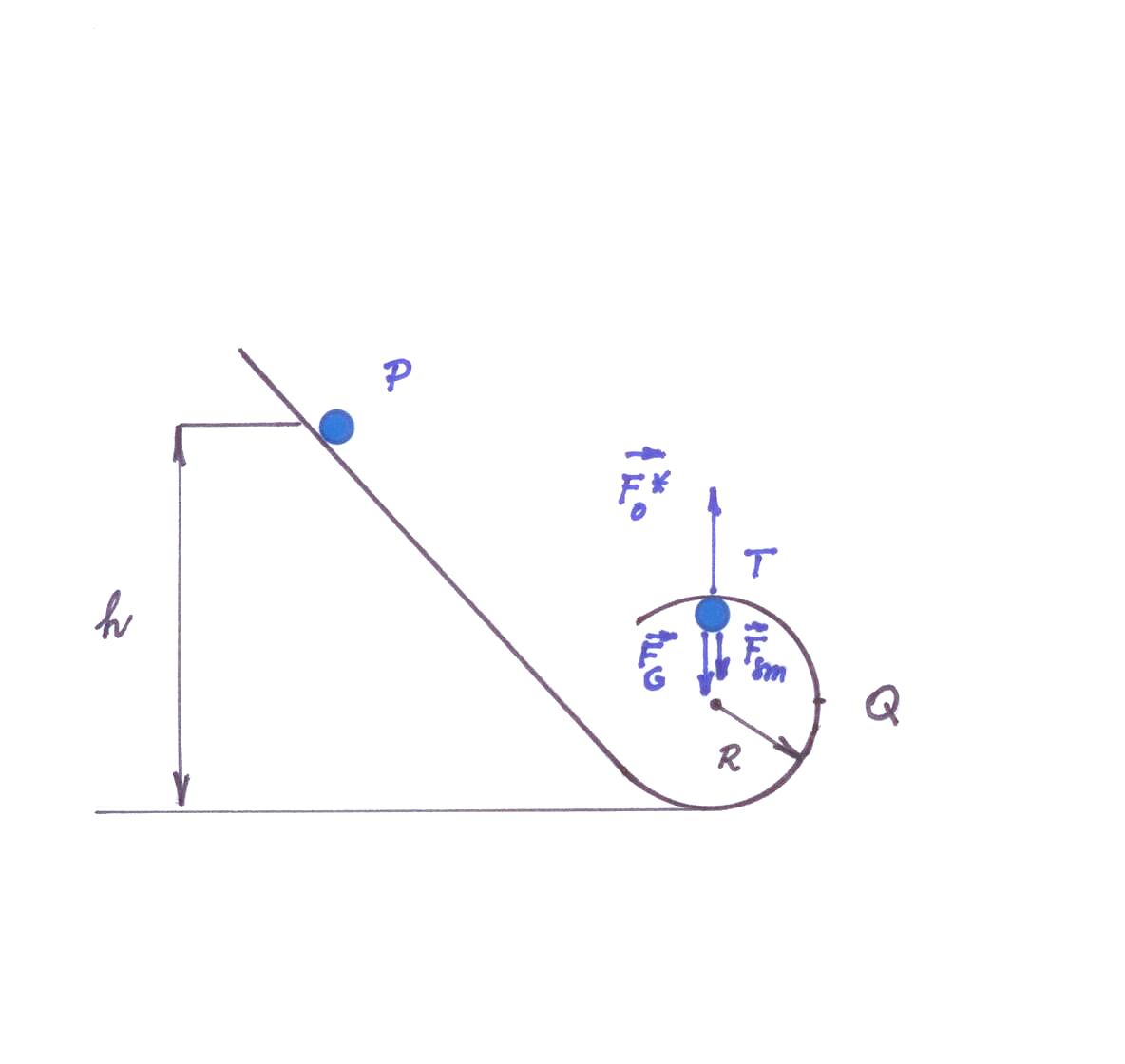
Pro určení nejmenší hodnoty výšky , při které kulička ještě projde vrcholem smyčku, použijeme opět zákon zachování mechanické energie, který však bude mít jiný tvar:

(4)

Na pravé straně rovnice (4) přibyl další člen, který představuje kinetickou energii otáčivého pohybu kuličky, je moment setrvačnosti kuličky vzhledem k ose vedené jejím těžištěm. Z dalších úprav rovnice (4) upozorníme na použití vztahu mezi velikostí rychlosti těžiště kuličky, jejím poloměrem a její úhlovou rychlostí, který jsme podrobně rozebírali v souboru 1. 12 v příkladu o valení.

Doplňující úkol: Pro hodnotu vypočtěte vodorovnou složku síly, kterou působí dráha na kuličku v bodě

[Výsledek: Vodorovná složka míří vlevo a má velikost .]

****

Obr. 2

**Literatura:**

[1] Halliday, D., Resnick, J., Walker, J.: *Fyzika*. *(Vysokoškolská učebnice obecné fyziky.)*

VUT v Brně - nakladatelství VUTIUM a Prometheus, Brno 2001. Dotisk 2003.

ISBN 80-214-1868-0.

[2] BEDNAŘÍK, M., ŠIROKÁ, M.: *Fyzika pro gymnázia. Mechanika*. Prometheus, Praha 2000. Dotisk 3.

vydání.

**Zdroje obrázků:**

Obr. 1, 2 zhotovil Aleš Trojánek a jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení.