

## Videosbírka Kinematika

1. Disk o poloměru 20 cm se otáčí s frekvencí 50 Hz po dobu 5 s. Poté se začne rovnoměrně zpomalovat a za 4 s dosáhne frekvence otáčení 10 Hz. Jaká je velikost úhlového zrychlení a úhlová dráha, kterou disk urazí? Jaké je dostředivé zrychlení v čase  $t=6$  s? Zakresli grafy závislosti dráhy a rychlosti na čase.
2. Auto jede polovinu dráhy rychlostí 50 km/h a druhou polovinu dráhy rychlostí 75 km/h. Jaká je jeho průměrná rychlost? Jaká bude jeho průměrná rychlost, pokud pojedou první polovinu ČASU rychlostí 50 km/h a druhou polovinu ČASU rychlostí 75 km/h?
3. Vlak jede rychlostí 25 m/s. Podlaha vlaku je dokonale hladká, bez tření. Na podlaze vlaku je položeno těleso, které je vůči vlaku v klidu. V čase  $t=0$  začne vlak brzdit se zrychlením  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Jakou dráhu urazí kostka podle pozorovatele, který je ve vlaku? Jakou dráhu urazí kostka pro pozorovatele stojícího mimo vlak (pevně spojeného se zemí)?
4. Vrháme míč šikmo proti stěně s počáteční rychlostí 12 m/s a pod elevačním úhlem  $60^\circ$ . Zeď je vzdálena 6 m. V jaké výšce od země narazí míček do zdi? V jakém čase? Projde míček do té doby vrcholem své trajektorie? Pokud ano, jaká je poloha tohoto maxima? Zakresli tvar trajektorie a silovou výslednici působící na míček.
5. Ve výšce 2,6 m má míček hozený ze země rychlost  $(6,43; 2,76)$  m/s. Urči dolet míčku, maximální dosaženou výšku, počáteční rychlost a elevační úhel.
6. Z bodu A vyjíždí automobil s počáteční rychlostí  $v_0$  a zrychlením a do bodu B. Z bodu B do bodu A jede druhý automobil s konstantní rychlostí  $v_2$ . Pokud by tato rychlost byla 54 km/h, tak by se automobily potkaly ve vzdálenosti 75 m od bodu A. Pokud by tato rychlost byla 36 km/h, tak by se automobily potkaly ve vzdálenosti 92 m od bodu A. Body A a B jsou od sebe 150 m. Urči zrychlení prvního vozidla a  $v_0$ .
7. Uvažujme osobu, která točí nad hlavou s kamenem uvázaným na laně ve výšce 2 m nad zemí. Lano má poloměr  $R=2$  m se přetrhne a kámen dopadne 4,5 m od osoby. Urči frekvenci rotace, se kterou kámen rotoval.
8. Bod obíhá po kružnici o poloměru 2m úhlovou rychlostí  $\pi/2$  rad/s. V čase  $t=0$  s se nachází v nejspodnější části kružnice, ve které je také umístěn

počátek souřadnicové soustavy. Urči polohový vektor bodu, vektor okamžité rychlosti a vektor dostředivého zrychlení v čase  $t=1$  vektor průměrné rychlosti mezi časy 0 a 1 s.

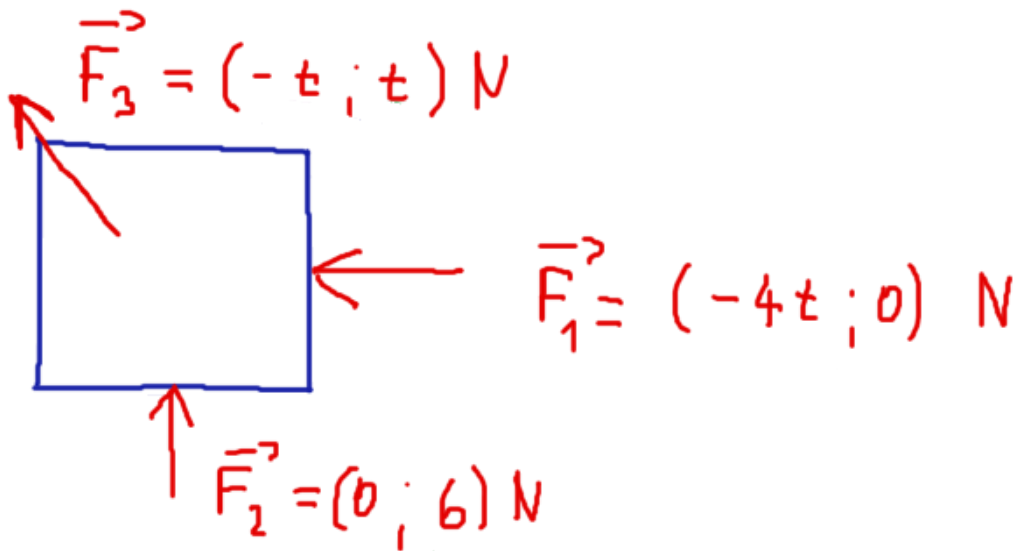
10. Máme zde graf popisující polohu dvou vozidel jedoucích proti sobě. Dále víme, že rychlost vozidla A je v čase  $t=2$  s  $-22$  m/s. Určete rovnice polohy obou vozidel, a nakreslete grafy závislosti rychlostí obou vozidel na čase.
11. Kluk A pustí do Macochy kámen volným pádem. O sekundu později kluk B, který se nachází o 5 metrů níže, svisle vrhne další kámen. Kameny se potkají 4 sekundy po té, co byl vypuštěn kámen od kluka A. Jakou počáteční rychlost měl kámen kluka B?
12. Letadlo letící rovnoběžně s povrchem země rychlostí 100 m/s upustí balík. Letadlo letí 800 m nad zemí. Jaká je vodorovná vzdálenost místa dopadu od místa, kde balík opustil letadlo? Jakou rychlostí balík dopadl na zem? Jaký tvar trajektorie vnímá pozorovatel v letadle a jaký tvar pozorovatel na zemi?
13. Uvažujme dvourozměrný pohyb tělesa, jehož vektor rychlosti je popsán  $(4t; 5-t)$ . Urči vektor zrychlení a jeho velikost a také urči, kdy bude velikost rychlosti minimální a urči tuto velikost.
14. Voda v řece teče rychlostí 1 m/s. Řeka je široká 30 m. Přes řeku pluje proti proudu loďka rychlostí 3 m/s, přičemž směr vektoru její rychlosti svírá  $30^\circ$  se směrem kolmým na proud vody. Urči kde a kdy loďka dorazí na druhý břeh.
15. Letadlo provádí nálet na cvičný cíl pod úhlem  $25^\circ$  od vodorovného směru letu rychlostí 200 m/s. Vodorovná vzdálenost od cíle je 1500 m. V jaké výšce musí pilot vypustit bombu, aby zasáhl cíl?
16. Katapult ve středověku střílí projektil na 200 m vzdálenou hradní zeď a chce ji trefit ve výšce 2 m nad výškou, nad kterou projektil opouští katapult. Elevační úhel projektilu při vystřelení je  $60^\circ$  a rameno katapultu má délku 3 metry. V poloze, ze které je katapult odjištěn a projektil se začíná urychlovat, svírá rameno vůči vodorovnému směru úhel  $10^\circ$ . Jak velké musí být úhlové zrychlení rameno katapultu, pokud jeho pohyb uvažujeme jako rovnoměrně zrychlený?
17. Těleso má při volném pádu v jednu chvíli okamžitou rychlost 30 m/s a ve druhé chvíli rychlost 55 m/s. Jak jsou tato místa od sebe vzdálena, kolik času mezi těmito okamžiky uplynulo. Kdy a kde bylo těleso upuštěno?

18. Dva vlaky se omylem dostaly na jednu kolej. Vlak A začal brzdit z rychlosti 90 km/hod zrychlením  $1,2 \text{ m/s}^2$ . V tu chvíli byly od sebe vlaky vzdáleny 320 m. Jednu sekundu od začátku brzdění vlaku A začal vlak B brzdit z rychlosti 72 km/hod se zrychlením  $1,5 \text{ m/s}^2$ . Urči, zda se vlaky srazily nebo ne. V případě srážky urči nárazové rychlosti, v případě včasného zastavení urči vzdálenost vlaků po zastavení.
19. Minutová ručička je o polovinu delší než sekundová. V jakém poměru jsou obvodové rychlosti jejich koncových bodů, pokud jejich pohyb uvažujeme jako rovnoměrný?
20. Obvod urychlovače částic v CERNu je 27 km a částice v něm jsou urychlovány na 99,95 % rychlosti světla. Jaké je dostředivé zrychlení působící na obíhající proton a kolikrát za sekundu oběhne urychlovač?
21. Velikost úhlové rychlosti bodu obíhajícího kružnici je popsána rovnicí  $\omega = 2t + t^2$  [rad/s]. Urči velikost úhlu, který svírá vektor obvodové rychlosti s vektorem celkového zrychlení v čase  $t = 3 \text{ s}$ , pokud je poloměr rotace 65 cm.

## Videosbírka Dynamika

1. Hmotný bod o neznámé hmotnosti rotuje zavěšený na lanku o délce 1 m pod úhlem  $40^\circ$  od svislé osy rotace. Hmotnost lanka zanedbáváme. Jaká je frekvence otáčení?
2. Dvě kostky o hmotnostech 15 a 10 kg jsou spojena lanem přes kladku zanedbatelné hmotnosti. Úhel nakloněné roviny je  $30^\circ$  a součinitel statického tření mezi povrchem a kostkou je 0,4. S jakým zrychlením se bude soustava těles pohybovat?
3. Dělo o hmotnosti 1 tona vystřelí náboj o hmotnosti 20 kg rychlostí 170 m/s. Doba, kdy na sebe dělo s nábojem vzájemně působí, je rovna 0,1 s. Jakou rychlostí odskočí dělo (zpětný ráz) jakou silou působí na zábrany, které zajišťují polohu děla?
4. Krabice leží na rotujícím disku ve vzdálenosti 0,6 metru od osy rotace. Koeficient statického tření je 0,5. Jaká je minimální možná perioda rotace, při které krabice nebude prokluzovat?
5. Na nakloněné rovině leží kostka. Koeficient statického tření má velikost 0,6, dynamického 0,45. Úhel naklonění můžeme libovolně měnit. Při jakém úhlu začne kostka klouzat dolů a s jakým zrychlením? Za jak dlouho klesne výška kostky o 60 cm?

6. Na tyč v klidu začneme působit silou o velikosti 2 N. Síla svírá stálý úhel  $60^\circ$  s osou tyče a je umístěna v na konci tyče, který je vzdálenější od osy rotace. Tyč má hmotnost 2 kg, délku 1 metr a osa rotace dělí tyč v poměru 1:3. Za jak dlouho bude mít konec tyče vzdálenější od osy rotace obvodovou rychlost 10 m/s?
7. Na kladce o poloměru 0,1 m a hmotnosti 2 kg visí na laně na jedné straně kladky těleso o hmotnosti 3 kg a na druhé straně těleso o hmotnosti 9 kg. Předpokládejme, že lano v kladce neprokluzuje. Vypočítej zrychlení, s jakým se tělesa na laně budou pohybovat a síly v laně.
8. Kabina výtahu o hmotnosti 1000 kg se rozjíždí směrem vzhůru se zrychlením  $1\text{m/s}^2$ . Ve výtahu leží krabice o hmotnosti 50 kg. Jak velkou silou je napínáno lano, které drží výtah a jak velkou silou působí výtah na krabici? Jak se síly změní, pokud by se výtah s tímto zrychlením rozjížděl směrem dolů?
9. Na těleso o hmotnosti 2kg působí síly vyznačené v obrázku. V čase  $t=0$  s má těleso rychlost  $v=(1;2)$ . Urči rychlost v čase  $t=2$  s.



10. Těleso má na hladké nakloněné rovině s úhlem alfa počáteční rychlost  $v$ . Urči obecně maximální vzdálenost, do které se těleso po rovině dostane, a čas, kdy do této vzdálenosti dorazí. Využij principy kinematiky, ne zákony zachování.

11. Kulička o hmotnosti  $m=0,5$  kg rotuje kolem tyče připoutaná na dvou napnutých lanech. Úhel lan s rovinou rotace je  $30^\circ$  a délka každého z nich je 1 m. Frekvence rotace je 1 Hz. Vypočítej síly v lanech.
12. Automobil projíždí zatáčkou o poloměru 30 m rychlostí 50 km/h. Pokud nedochází ke tření, pod jakým úhlem musí být zatáčka klopená, aby auto nevyletělo ze zatáčky? Pokud by byla zatáčka neklopená, jaký musí být součinitel dynamického tření, aby se auto udrželo na silnici?
13. Těleso leží na podložce a působíme na něj silou  $F=350$  N pod úhlem  $30^\circ$  vzhledem k vodorovné rovině. Koeficient dynamického tření mezi podložkou a tělesem je 0,5. S jakým zrychlením se bude těleso pohybovat?
14. Těleso 1 o hmotnosti 5 kg a těleso 2 o hmotnosti 15 kg jsou spojeny lanem přes kladku. Hmotnost kladky je zanedbatelná vůči hmotnosti těles. Vypočítej, s jakým zrychlením se soustava pohybuje a jakými silami je napínáno lano.
15. Bedna s cementem je tažena po podlaze lanem s koeficientem statického tření 0,3 mezi podložkou a bednou. Toto lano má pevnost v tahu 950 N. Pod jakým úhlem vůči zemi má být lano taženo, aby bylo množství cementu maximální a lano se nepřetrhlo?
16. Koule o hmotnosti 2 kg je spojena s rotující tyčí dvěma lany. Tato lana mají délku 2 metry a s rotující tyčí vytvářejí rovnostranný trojúhelník. Lana jsou napjatá, síla ve spodním laně je 10 N. Jaká síla napíná horní lano a jaká je frekvence rotace koule?
17. Na hladké podložce tlačíme silou  $F=16$  N 5kg kostku, která před sebou tlačí 3kg kostku. Jakou silou působí těžší kostka na lehčí. Jak se tato síla změní, pokud zaměníme pořadí kostek? Jak se oproti prvnímu případu změní tato síla, pokud mezi kostkami a podlahou uvažujeme součinitel dynamického tření 0,1.

## Videosbírka Kmitání

1. Kamenný blok o hmotnosti 2 kg zachytíme za pružinu o tuhosti  $k=15$  N/cm. Mezi podložkou a blokem není žádné tření a odpor vzduchu neuvažujeme.

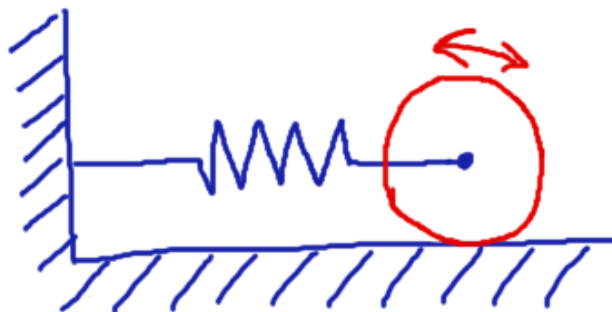
Pružinu s blokem protáhneme o 30 cm z rovnovážné polohy a udělíme jim počáteční rychlost 6 m/s.

- a) Urči počáteční potenciální pružnou energii
- b) Urči počáteční kinetickou energii.
- c) Urči frekvenci kmitání.
- d) Urči amplitudu kmitání.

2. Píst koná harmonický kmitavý pohyb s amplitudou 3 cm. Na jeho vrchní straně volně leží šroubek. Jaká musí být minimální frekvence kmitání, aby šroubek ztratil kontakt s pístem?

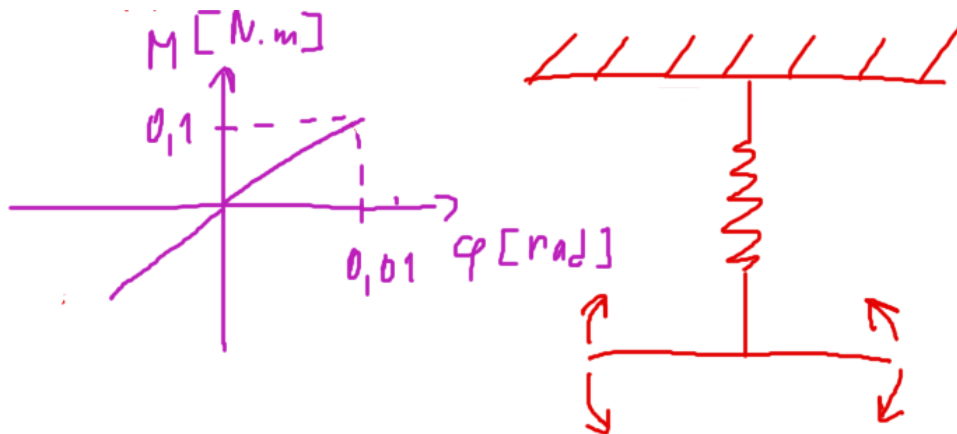
3. Houpačku na dlouhém laně považujme za matematické kyvadlo. Perioda houpání člověka, který na houpačce sedí, je 5 s. Jak se změní perioda houpání, pokud si člověk stoupne a zvedne tak své těžiště o 65 cm?

4. Pružina o tuhosti 8 N/m je zachycena za vodorovnou osu symetrie koule podle obrázku. Koule o hmotnosti 100 g se může bez prokluzování valit. Pružinu s koulí natáhneme o 20 cm. Urči rychlost těžiště (translační pohyb) při průchodu rovnovážnou polohou. Stanov periodu kmitání.

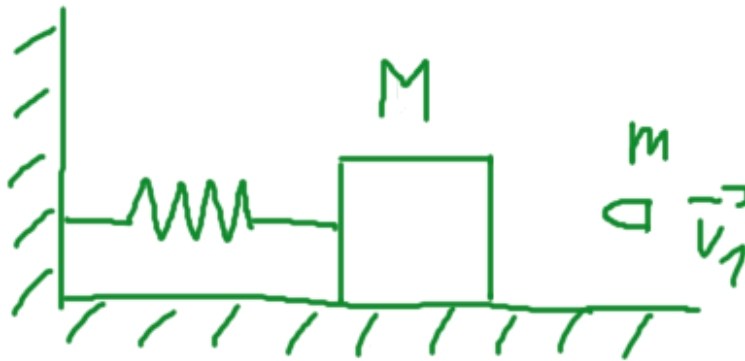


5. Otáčkoměr auta ukazuje 4500 ot/min. Píst má při průchodu rovnovážnou polohou rychlost 11,8 m/s. Urči amplitudu kmitání a maximální zrychlení pístu.

6. Torzní kyvadlo je složeno z torzní pružiny a tyče, která kmitá kolem svého středu. Známe graf závislosti momentu síly na úhlové výchylce. Tyč má délku 25 cm a hmotnost 0,3 kg. Tyč vychýlíme o 0,05 radiánu, pustíme a necháme volně kmitat. Urči maximální úhlovou rychlost, maximální úhlové zrychlení a celkovou mechanickou energii soustavy.



7. Do kostky o hmotnosti  $M=0,5$  kg upevněné na pružině o tuhosti  $k=3000$  N/m narazí střela o hmotnosti  $m=0,01$  kg rychlostí  $100$  m/s a uvízne v ní. Tření ani odpor vzduchu neuvažujeme. Urči rychlost kostky ihned po zásahu, frekvenci kmitání a celkovou mechanickou energii soustavy.

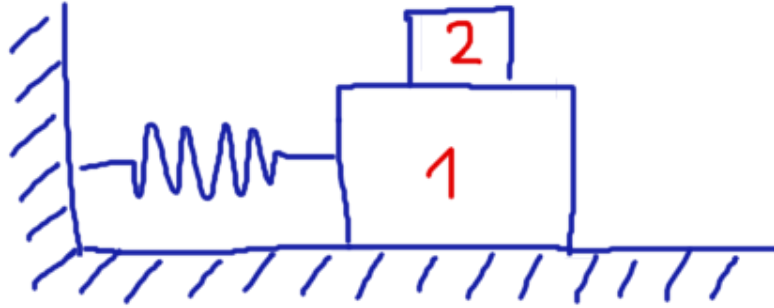


8. V jaké výšce nad zemským se musí nacházet geostacionární družice (družice, které obíhá stále nad stejným místem na Zemi), aby nespadla?

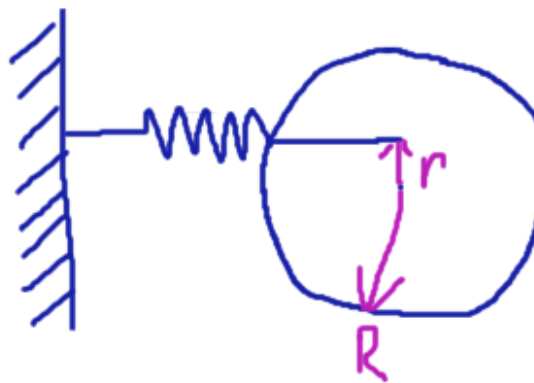
9. Vysvětlení rozdílu mezi tíhovou a gravitační silou. Jak velká tíhová síla působí na těleso o hmotnosti  $1$  kg na pólu a na rovníku?

10. Z následujících údajů vytvoř rovnici polohy popisující kmitavý pohyb tělesa: frekvence  $5$  Hz, počáteční fáze  $30^\circ$ , v čase  $t=0$  s výchylka  $3$  cm. Dále urči periodu kmitání, maximální rychlost a zrychlení + v jakých časových okamžicích max. rychlost a zrychlení nastane.

11. Těleso 2 o hmotnosti  $m_2=10$  kg je zachyceno na pružině o tuhosti  $k=200$  N/m. Těleso 1 o hmotnosti  $m_1=1$  kg leží na tělese 2. Mezi tělesem 2 a podložkou tření není, mezi tělesy 1 a 2 je součinitel statického tření roven  $0,4$ . Urči maximální amplitudu, při které nedojde prokluzu mezi tělesy 1 a 2.



12. Obruč je pružinou zachycena ke zdi podle obrázku. Urči obecným vztahem úhlovou frekvenci kmitání, pokud obruč vychýlíme o malý úhel z rovnovážné polohy.



13. Fyzické kyvadlo se skládá z tyče a disku, každý o hmotnosti 1kg. Tyč má délku 0,5 m, disk má poloměr 10 cm. Stanov vzdálenost těžiště od závěsu a periodu kmitání.

14. Z následujících údajů stanov rovnici vlnění: frekvence 400 Hz, vlnová délka 1 cm, amplituda 2 cm.

15. Struna o hmotnosti 60 g a délce 1 m je napínána silou 500 N. Urči rychlost šíření vlny na struně a frekvenci, která odpovídá páté harmonické frekvenci.

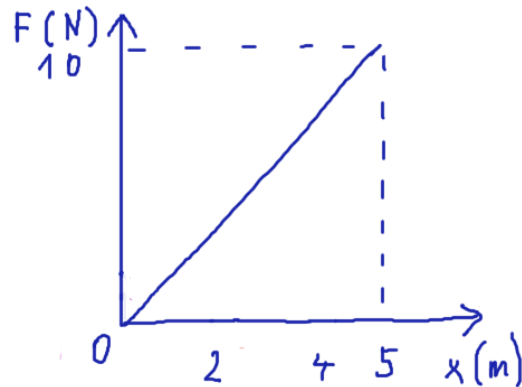
16. Sanitka se přibližuje k pozorovateli rychlostí 90 km/h. Zvuk sirény má frekvenci 10 kHz. Jakou frekvenci zvuku vnímá pozorovatel vlivem Dopplerova efektu? Rychlost zvuku ve vzduchu uvažujme 340 m/s.

## VIDEOSBÍRKA ENERGIE A HYBNOST

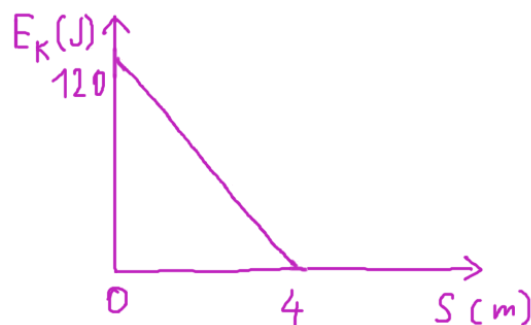
1. V poloze  $x=2$  mělo těleso o hmotnosti 1kg rychlost 3 m/s. Graf znázorňuje velikost působící síly, která urychluje přímočarý pohyb tělesa.



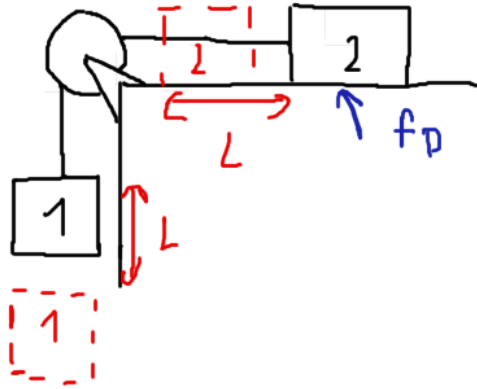
Těleso nemění svou výšku a při pohybu nedochází ke ztrátám energie třením ani odporem vzduchu. Podle grafu urči rychlost tělesa v  $x=4$  m.



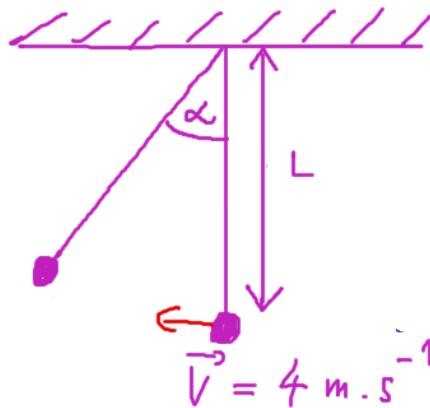
2. Graf popisuje závislost kinetické energie tělesa pohybující se po nakloněné rovině v závislosti na vodorovné vzdálenosti. Hmotnost tělesa je 15 kg a nakloněná rovina je dokonale hladká. Urči maximální výšku, do které těleso vystoupá a normálovou sílu, kterou působí těleso na nakloněnou rovinu.



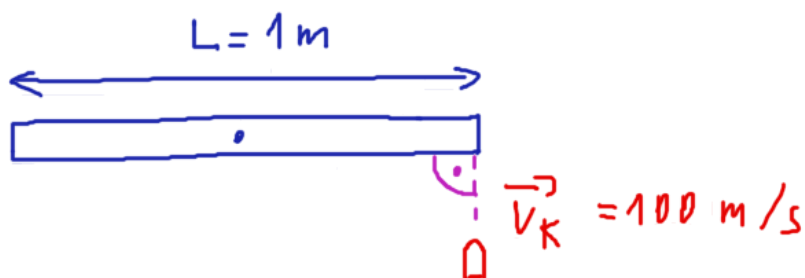
3. Těleso o hmotnosti  $m_2$  klouže po ploše s koeficientem tření  $f$ . Je spojena lankem přes kladku o zanedbatelné hmotnosti s tělesem o hmotnosti  $m_1$ . Urči vztah pro výpočet rychlosti v závislosti na uražené dráze.



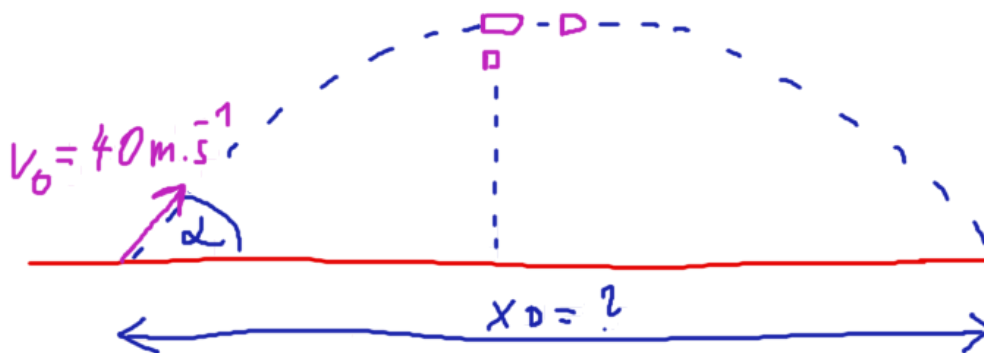
4. Uvažujme matematické kyvadlo (hmotný bod na lanku zanedbatelné hmotnosti). Jeho koncový bod má při kývání v nejnižším bodě své trajektorie obvodovou rychlost 4 m/s. Vypočítej maximální úhel odklonu lanka od svislé polohy.



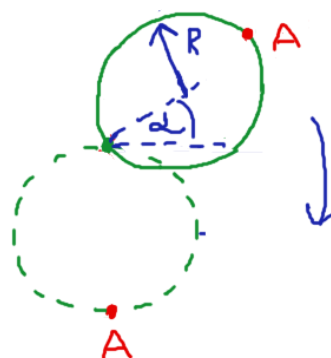
5. Kulka o hmotnosti 0,02 kg narazí do konce tyče rychlostí 100 m/s podle obrázku. Tyč o hmotnosti 1kg se může otáčet kolem čepu ve středu své délky, která činí 1 m. Srážka je dokonale nepružná. Urči úhlovou rychlost, se kterou se bude soustava kulka + tyč otáčet.



6. Náboj o rychlosti  $v=120$  m/s a hmotnosti  $m=0,03$  kg vnikl do dřevěné desky tlusté 6 cm. Deska působila na náboj průměrnou odporovou silou 5000 N. Urči, jakou rychlostí náboj vyletěl z desky, popř. jak hluboko do desky proniknul a za jak dlouho se zastavil.
7. Střela byla odpálena pod úhlem  $45^\circ$  s počáteční rychlostí 40 m/s. V nejvyšším bodu své trajektorie měla střela poruchu, předčasně explodovala a roztrhla se na dvě části v hmotnostním poměru 1:2. Lehčí část střely začala s nulovou počáteční rychlostí padat kolmo k zemi. Urči vzdálenost dopadu těžší části střely od místa odpálení.

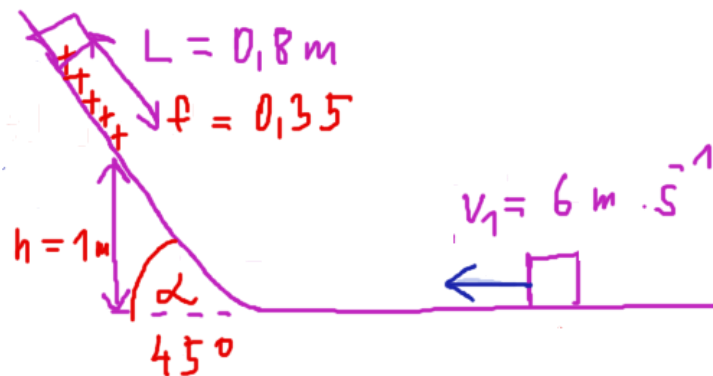


8. Plná koule o poloměru  $R=0,3$  m se může otáčet kolem čepu podle obrázku a je vychýlena o  $45^\circ$  od vodorovné polohy. Urči obvodovou rychlost bodu A, když bude koule procházet nejnižší polohou.

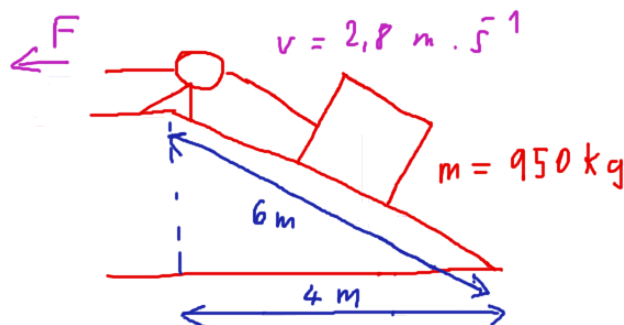


9. Na pružinu dopadne kámen o hmotnosti 2 kg a pružina o tuhosti 15 N/cm se stlačí o 20 cm. Jakou rychlostí kámen dopadnul? O kolik by se pružina stlačila, pokud by kámen o dvojnásobné hmotnosti dopadnul stejnou rychlostí?

10. Těleso o počáteční rychlosti  $6 \text{ m/s}$  najede na hladkou nakloněnou rovinu s úhlem  $45^\circ$  podle obrázku. Ve výšce  $1 \text{ m}$  se změní povrch z hladkého na drsný s koeficientem tření  $f=0,35$  o délce  $L=0,8 \text{ m}$ . Jakou rychlost bude mít těleso na konci drsného povrchu? Pokud do této výšky nedejde, kde se zastaví?



11. Těleso je taženo lanem po nakloněné rovině podle obrázku. Koeficient dynamického tření je  $0,35$ , těleso má hmotnost  $950 \text{ kg}$  a pohybuje se po nakloněné rovině konstantní rychlostí  $2,8 \text{ m/s}$ . Urči výkon tahové síly lana.



12. Tonda se při brigádě nudí a tak vymýšlí, jak se zabavit. Objeví  $350 \text{ kg}$  vozík, který se dokáže po podlaze pohybovat bez tření. Tonda se rozběhne a jeho  $85 \text{ kg}$  živé váhy dopadne na vozík rychlostí  $6 \text{ m/s}$ . Urči rychlost vozík, pokud Tonda:

a) se na něm nebude hýbat

b) se na něm začne procházet ve směru pohybu vozíku rychlostí  $1,5 \text{ m/s}$

b) se na něm začne procházet proti směru pohybu vozíku rychlostí  $1,5 \text{ m/s}$