

Státní závěrečná zkouška ve fyzikálních bakalářských programech
písemná část**Úloha 1 (Mechanika – 7 bodů)**

Na nakloněné rovině (ve tvaru klínu) o úhlu sklonu α , $0 < \alpha < 90^\circ$, umístěné na vodorovné podložce je kostka o hmotnosti m . Hmotnost klínu je M . Laboratorní vztažnou soustavu (spojenou se Zemí) považujte za inerciální, tíhové pole za homogenní, tíhové zrychlení je \vec{g} . Tělesa považujte za hmotné body. Odpor prostředí je zanedbatelný.

- Uvažujte o situaci, kdy je klín pevně spojen s podložkou, a koeficient statického tření mezi kostkou a klínem je μ_0 . Zapište podmínku pro to, aby kostka byla vzhledem ke klínu v klidu.
- Uvažujte o situaci, kdy se klín může po podložce pohybovat bez tření, působí na něj rovnoběžně s rovinou podložky síla \vec{F} a tření mezi klínem a kostkou je zanedbatelné. Určete velikost a směr \vec{F} , při kterých je kostka vůči klínu v klidu.

Pro oba případy nakreslete obrázek a vyznačte do něj všechny síly, jimiž na jednotlivá tělesa (m a M) působí jejich okolí. V obou případech určete tlakovou sílu (velikost a směr), jíž působí kostka na šikmou podložku, a tlakovou sílu (velikost a směr), jíž působí klín na vodorovnou podložku.

Úloha 2 (Mechanika – 5 bodů)

Elektron vstoupí v okamžiku $t = 0$ s do homogenního časově neproměnného magnetického pole o indukci \vec{B} , $B = 0,1$ T, tak, že jeho počáteční rychlost je kolmá k indukci a má velikost $v_0 = 2 \cdot 10^7$ ms⁻¹. Zvolte vhodně soustavu souřadnic (například tak, aby v okamžiku $t = 0$ s byl elektron v jejím počátku) a zapište

- závislost velikosti rychlosti elektronu na čase,
- práci, kterou vykoná magnetická síla působící na elektron do okamžiku $t > 0$,
- parametrické vyjádření trajektorie elektronu v této soustavě souřadnic, konstanty vystupující v tomto vyjádření vypočtete i číselně.

Úloha 3 (Mechanika – 5 bodů)

Ve válcové nádobě o průřezu S_0 je ideální kapalina o hustotě ρ , hladina kapaliny sahá do výšky H nad dnem nádoby. Nádoba stojí na vodorovné podložce. V plášti nádoby je malý otvor o průřezu S ve výšce l nad dnem. Tíhové zrychlení má velikost g . Proudění kapaliny při vytékání z nádoby považujte za ustálené.

- Do jaké vzdálenosti od nádoby bude dopadat vodní paprsek na vodorovnou podložku v závislosti na okamžité výšce h hladiny nad otvorem? Vyjádřete výsledek přibližně za předpokladu, že průřez otvoru je zanedbatelný vůči průřezu nádoby.
- Do jaké výšky ode dna nádoby je třeba vyvrtat otvor, aby voda dopadala na vodorovnou podložku nejdále od nádoby?

Státní závěrečná zkouška ve fyzikálních bakalářských programech
písemná část

Úloha 4 (Mechanika – 10 bodů)

Kulička (hmotný bod) o hmotnosti m je přivázána na niti neproměnné délky ℓ a zanedbatelné hmotnosti. Soustava je umístěna v tíhovém poli Země, které považujte za homogenní s tíhovým zrychlením \vec{g} , vztažnou soustavu spojenou se Zemí za inerciální. Kuličku vychýlíme od svislého směru o (pevně zvolený) úhel α a v jistém okamžiku jí udělíme jí rychlost \vec{v} . Určete velikost a směr této rychlosti, jestliže je třeba, aby se kulička od tohoto okamžiku pohybovala

- a) po kružnici ležící ve vodorovné rovině (kónické kyvadlo), určete sílu napínající vlákno a tečné a normálové zrychlení kuličky v libovolném okamžiku,
- b) po kružnici ležící ve svislé rovině (matematické kyvadlo) s maximální výchylkou α , určete sílu napínající vlákno v závislosti na úhlu φ , který vlákno svírá se svislým směrem.

Úloha 5 (Termika a molekulová fyzika – 8 bodů)

Jednoatomový ideální plyn o teplotě T je adiabaticky rozepnut na k -násobek svého původního objemu. Poté je izochoricky zahřát na teplotu T' , následně izotermicky stlačen na svůj původní objem a nakonec izochoricky převeden do původního stavu.

- a) Načrtněte pro tento případ p - V diagram popsaného cyklu.
- b) Pro každý ze čtyř uvedených dějů vyjádřete práci, kterou plyn při daném ději vykoná.
- c) Při jaké teplotě T' musí proběhnout izotermická část tohoto cyklu, aby celková práce, kterou během něj plyn vykoná, byla nulová?
- d) Numerický výpočet proved'te pro $k = 8$.

Úloha 6 (Termika a molekulová fyzika – 5 bodů)

Plynojem o výšce h nacházející se v homogenním gravitačním poli je naplněn ideálním plynem o teplotě T . Najděte závislost hustoty plynu na výšce z a polohu těžiště plynového tělesa, víte-li, že závislost tlaku plynu p na výšce z je dána vztahem $p(z) = p(0) e^{-\frac{mgz}{kT}}$ (kde m je hmotnost molekuly, g velikost gravitačního (tíhového) zrychlení a k Boltzmannova konstanta).

Úloha 7 (Elektřina a magnetismus – 5 bodů)

Určete vektor elektrické intenzity uvnitř a vně neohraničené rovinné desky tloušťky d , ve které je rovnoměrně rozložen náboj s hustotou ρ .

Úloha 8 (Elektřina a magnetismus – 10 bodů)

Vybitý kondenzátor kapacity C byl připojen ke zdroji konstantního napětí U přes odpor R . Vypočítejte nabíjecí proud v závislosti na čase.

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity
Státní závěrečná zkouška ve fyzikálních bakalářských programech
písemná část

Úloha 9 (Elektrina a magnetismus – 5 bodů)

Vodivá kruhová smyčka o poloměru r je umístěna do homogenního magnetického pole intenzity \vec{H} . Indukční čáry magnetického pole jsou kolmé na rovinu vodiče. Odpor vodiče je R . Jak velký náboj proteče průřezem vodiče v průběhu jeho otočení o 90° ? (Otočení je provedeno tak, aby normála plochy smyčky byla na konci otočení kolmá na vektor magnetické intenzity.)

Úloha 10 (Úvod do fyziky mikrosvěta – 5 bodů)

Elektromagnetické záření o vlnové délce $\lambda = 578 \text{ nm}$ absorbované vodivým vzorkem z něj uvolňuje elektrony o kinetické energii $T_1 = 0,13 \text{ eV}$. Najděte brzdné/zastavující napětí fotoelektrického jevu pro tento vzorek při frekvenci záření $\nu_2 = 688 \text{ THz}$.

Úloha 11 (Úvod do fyziky mikrosvěta – 5 bodů)

Je-li vlnová délka de Broglieho vlny pro proton 100 fm , jaká je jeho rychlost? Jakým elektrickým napětím ho musíme na tuto rychlost urychlit?

Úloha 12 (Úvod do fyziky mikrosvěta – 5 bodů)

Radionuklid produkovaný od okamžiku $t = 0$ rychlostí g jader za sekundu se dále přeměňuje s poločasem rozpadu τ . Vypočtete maximální počet jeho jader N_{max} a dobu, za niž se dosáhne 75% této hodnoty.

Úloha 13 (Kmity, vlny, optika – 5 bodů)

Těleso o hmotnost m_1 leží v klidu na vodorovné podložce a je pružinou o tuhosti k přichyceno k pevné zdi. Do tělesa ze strany narazí plastelínová kulička o hmotnosti m_2 letící rychlostí v a ulpí na něm. Určete amplitudu a periodu vzniklých harmonických kmitů. Předpokládejte, že odporové a třecí síly jsou zanedbatelné.

Úloha 14 (Kmity, vlny, optika – 10 bodů)

Při dané vzdálenosti D zdroje světla a stínítka za jistých omezujících podmínek existují dvě polohy spojné čočky, při kterých na stínítku vznikne ostrý obraz zdroje. Vzájemnou vzdálenost těchto poloh označme Δ . Na této skutečnosti je založena tzv. Besselova metoda měření ohniskové délky čočky, kdy měřenou veličinu získáme pouze určením hodnot D a Δ . Odvoďte vztah pro ohniskovou délku pro Besselovu metodu.

Úloha 15 (Kmity, vlny, optika – 10 bodů)

Uvažujte o standardním uspořádání Youngova dvouštěrbinového pokusu, kde vlnová délka světla je $\lambda = 500 \text{ nm}$. Když za jednu štěrbinu vložíme fólii z průhledného materiálu, poloha nultého interferenčního maxima se posune na místo, kde bylo původně (bez fólie) čtvrté maximum. Vypočtete tloušťku fólie, je-li její index lomu $n = 1,2$.