

Landskeppni í eðlisfræði 2013

Forkeppni

26. febrúar 2013, kl. 10:00 - 12:00

Leyfileg hjálpargögn: Reiknivél sem geymir ekki texta.

Verkefnið er í tveimur hlutum og er samtals 100 stig. Gættu þess að lesa leiðbeiningar vel.

Verkefnið hefur verið lesið vandlega yfir og það er lagt fyrir nákvæmlega í þeirri mynd sem það er. Ef einhverjir gallar reynast vera á því, koma þeir jafnt niður á öllum þátttakendum. Spurningar um orðalag og þess háttar, eru því óþarfar og er umsjónarmönnum óheimilt að gefa nánari skýringar. Sjáir þú eitthvað athugavert við einstakar spurningarnar er þér frjálst að geta þess stuttlega á úrlausnarblöðunum.

Góður frágangur hefur jákvæð áhrif!

Nafn: _____

Kennitala: _____

Skóli: _____

Hvenær lýkur þú stúdentsprófi? _____

Sími: _____

Netfang: _____

Heimilisfang í vetur: _____

Tafla yfir þekkta fasta

Nafn	Tákn	Gildi
Hraði ljóss	c	$3,00 \cdot 10^8$ m/s
Þyngdarhröðun jarðar	g	$9,82$ m/s ²
Massi rafeindar	m_e	$9,11 \cdot 10^{-31}$ kg
Rafsvörunarstuðull tómarúms	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12}$ s ² C ² /m ³ kg
Grunnhleðslan	q	$1,602 \cdot 10^{-19}$ C
Þyngdarfastinn	G	$6,67 \cdot 10^{-11}$ m ³ /kgs ²
Radíus Sólar	R_\odot	$6,955 \cdot 10^8$ m
Radíus Jarðar	$R_{\text{Jörð}}$	$6,37 \cdot 10^6$ m
Massi Sólar	M_\odot	$1,98 \cdot 10^{30}$ kg
Stjarnfræðieining	1 AU	$1,49 \cdot 10^{11}$ m
Fasti Plancks	h	$6,63 \cdot 10^{-34}$ Js

Fyrri hluti

Í þessum hluta eru 20 krossaspurningar og gefur hver spurning 3,5 stig. Svartaðu spurningunum með því að krossa greinilega yfir einn bókstaf.

Aðeins eitt svar við hverri spurningu er rétt eða á best við. Fyrir rangt svar er dregið 1 stig frá, því borgar sig ekki að beita hreinum ágiskunum.

1. Gormur með krafstuðul k er strekktur ákveðna vegalengd. Það tekur tvöfalt meiri vinnu að strekkja annan gorm helminginn af sömu vegalengd. Krafstuðull seinni gormsins er

- A. k
- B. $2k$
- C. $4k$
- D. $8k$
- E. $16k$

2. Lögregluhundurinn Rex hefur massann m og er staddur í kyrrstæðum bát með massann M . Nú hoppar Rex til vinstri úr bátnum og fær þá báturinn hraðann v til hægri. Hver er heildarvinnan sem Rex framkvæmdi við að hoppa úr bátnum? Gera á ráð fyrir að hann hoppi lárétt úr bátnum.

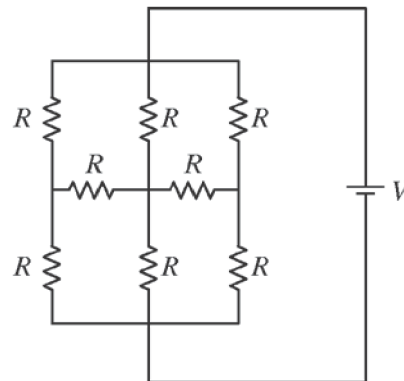
- A. $\frac{1}{2}Mv^2$
- B. $\frac{1}{2}mv^2$
- C. $\frac{1}{2}(M+m)v^2$
- D. $\frac{1}{2}(M + \frac{M^2}{m})v^2$
- E. $\frac{1}{2}(\frac{Mm}{M+m})v^2$

3. Ef sólinni yrði skyndilega skipt út fyrir svart-hol sem hefði massa sólar hvaða áhrif, ef einhver, hefði þessi breyting á sporbrautir plánetanna?

- A. Pláneturnar myndu ferðast úr sólkerfinu eftir beinum línunum
- B. Pláneturnar myndu falla í svartholið
- C. Umferðartími plánetanna myndi styttaast
- D. Umferðartími plánetanna myndi lengjast
- E. Sporbrautir þeirra yrðu óbreyttar

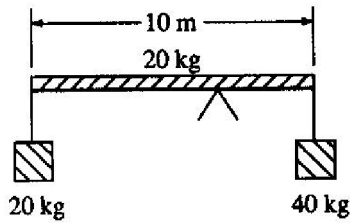
4. Einfaldur pendúll að lengd l hangir í lyftu á leiðinni upp sem hefur fasta hröðun a . Fyrir litlar sveiflur er sveiflutími þessa pendúls gefinn með

- A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$
- C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$
- D. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g} \frac{a}{g+a}}$
- E. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g} \frac{g+a}{a}}$



5. Í rásinni að ofan eru átta jafnstór viðnám að stærð R tengd við rafhlöðu með spennu V og ekkert innra viðnám. Hver er straumurinn sem fer um rafhlöðuna?

- A. $\frac{1}{3} \frac{V}{R}$
- B. $\frac{1}{2} \frac{V}{R}$
- C. $\frac{V}{R}$
- D. $\frac{3}{2} \frac{V}{R}$
- E. $3 \frac{V}{R}$

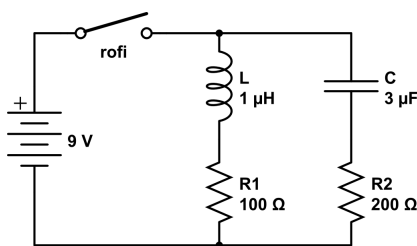


6. Einsleit stöng að lengd 10 m og massa 20 kg situr á undirstöðu. Á hana eru hengdir massar eins og sést á myndinni að ofan. Í hvaða fjarlægð frá miðju stangarinnar þarf að staðsetja undirstöðuna svo stöngin haldist í jafnvægi?

- A. 0 m
B. 1 m
C. 1,25 m
D. 1,5 m
E. 2 m

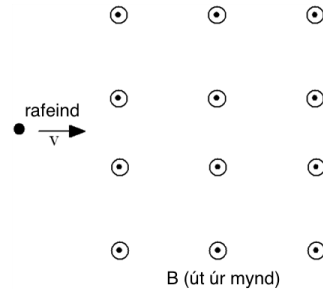
7. Tveir eins 1 kg koparkubbar þar sem annar er upphaflega við hitastig $T_1 = 0^\circ \text{C}$ og hinn við $T_2 = 100^\circ \text{C}$ eru aðskildir í einangruðu ílát. Nú eru þeir látnir snertast og ná þá sameiginlegu lokahitastigi T_{lok} . Hve mikill varmi skiptist milli kubbana við þetta? Eðlisvarmi kopars er $0,42 \text{ kJ kg}^{-1}\text{K}$

- A. 209 kJ
B. 105 kJ
C. 42 kJ
D. 21 kJ
E. 4,2 kJ



8. Rásin að ofan hefur rafhlöðu (ekkert innra viðnám) með spennu $V = 9 \text{ V}$, spólu með spanstuðul $L = 1 \mu\text{H}$, þétti með rýmd $C = 3 \mu\text{F}$ og viðnámin $R_1 = 100 \Omega$ og $R_2 = 200 \Omega$. Rofanum er lokað á tíma $t = 0$. Hver er straumurinn í gegnum R_2 i) rétt eftir að rofanum er lokað? ii) eftir mjög langan tíma?

- A. i) 45 mA; ii) 0 mA
B. i) 0 mA; ii) 90 mA
C. i) 0 mA; ii) 30 mA
D. i) 30 mA; ii) 0 mA
E. i) 30 mA; ii) 30 mA



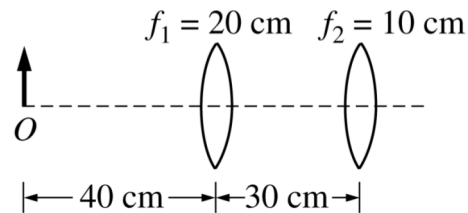
9. Rafeind ferðast með jöfnum hraða eftir beinni línu frá vinstri til hægri þar til hún kemur að einsleitu segulsviði sem stefnir út úr blaðinu, eins og sést á mynd að ofan. Hvernig verður hreyfing rafeindarinnar eftir að hún kemur inn í segulsviðið?

- A. Með jöfnum hraða í beina línu frá vinstri til hægri.
B. Réttisælis hringhreyfing með jafnri ferð í plani blaðsins.
C. Rangisælis hringhreyfing með jafnri ferð í plani blaðsins.
D. Í gangstæða stefnu við stefnu segulsviðs með jafnri ferð.
E. Hún heldur jafnri ferð frá vinstri til hægri en fær hröðun í gagnstæða stefnu við stefnu segulsviðs.

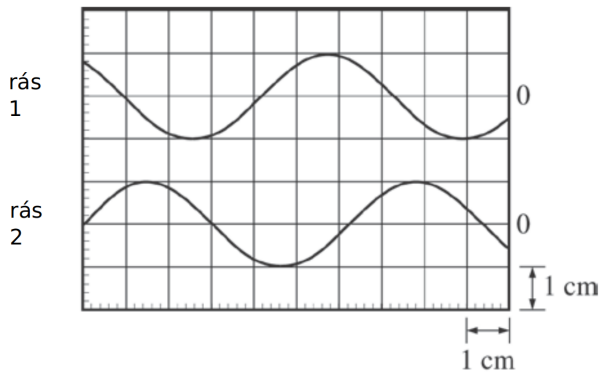
10. Jörðin er kyrrstæð í núllpunkti hnitakerfis. Stjarna, á x-ás í þessu hnitakerfi, sendir frá sér ljós með bylgjulengdinni $500,7 \text{ nm}$. Á jörðinni mælist ljósið $513,4 \text{ nm}$. Vitað er að stjarnan hreyfist eftir x-ás með jöfnum hraða. Á hvaða ferð er stjarnan og hvort nálgast hún eða fjarlægist jörðu? Ekki er nauðsynlegt að gera ráð fyrir afstæðisáhrifum.

- A. $7,6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, nálgast
B. $2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, nálgast
C. $7,6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, fjarlægist
D. $2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, fjarlægist
E. Ekki er hægt að segja til um það með þessum upplýsingum.

11. Tveir fallhlífastökkvarar stökkva út úr flugvél. Báðir hafa massann M . Gerið ráð fyrir að hitastig og eðlismassi loftsins sé fasti. Stökkvararnir notast við misstórar og mismassamiklar fallhlífar. Eftir að báðir stökkvararnir hafa opnað fallhlífar sínar og náð lokahraða gildir:
- Stökkvari 1* hefur hraða v_1 , fallhlíf hans hefur massa m_1 og heildarkrafturinn á hann er F_1 .
Stökkvari 2 hefur hraða v_2 , fallhlíf hans hefur massa m_2 og heildarkrafturinn á hann er F_2 .
Hvert er sambandið milli F_1 og F_2 ?
- A. $F_1 = F_2$
B. $F_1/F_2 = (M + m_1)/(M + m_2)$
C. $F_1/F_2 = v_1/v_2$
D. $F_1/F_2 = m_1/m_2$
E. $F_1/F_2 = \frac{\frac{1}{2}m_1v_1^2}{\frac{1}{2}m_2v_2^2}$
12. Bolti er hent beint upp í loft frá jörðu með ferð v_0 . Á hann verkar loftmótstaða. Í hvaða átt verkar krafturinn frá loftmótstöðunni þegar boltinn er á leiðinni upp, þegar hann er á leiðinni niður og er ferð boltans þegar hann lendir meiri eða minni en v_0 ?
- A. Upp, niður, meiri
B. Niður, upp, minni
C. Niður, upp, meiri
D. Upp, niður, minni
E. Niður, niður, minni
13. Kassi með massa M rennur með hraða v_0 á láréttum fleti með núningsstuðul μ . Kassinn stoppar eftir vegalengd L . Ef öðrum kassa með massa $2M$ er rennt eftir sama fleti hver þarf hraði hans v að vera til að hann stoppi eftir sömu vegalengd L ?
- A. $v = v_0$
B. $v = \frac{v_0}{2}$
C. $v = 2v_0$
D. $v = \sqrt{2}v_0$
E. $v = \sqrt{\frac{1}{2}}v_0$
14. Haraldur hleypur í norður niður skábretti með hraða $v = 5 \text{ m/s}$ sem myndar 30° horn við lárétt. Þegar María stendur norðan við Harald og í sömu hæð og hann, á svölum 50 m frá honum, kastar hún bolta í áttina til hans sem hittir hann í höfuðið 5 s síðar. Hver er upphafshraði boltans þegar María kastar honum?
- A. 29 m/s
B. 24 m/s
C. 32 m/s
D. 27 m/s
E. 35 m/s
15. Geimfari er staddur á miðbaug plánetu með radíus $\frac{R_{jörð}}{2}$ og sama eðlismassa og jörðin. Plánetan snýst gríðarlega hratt, með hornhraða $\omega = 10\omega_{jörð}$. Ef geimfarinn getur lyft mest 10 kg lóði á jörðunni hversu massamiklu lóði getur hann lyft á plánetunni?.
- A. 20 kg
B. 30 kg
C. 40 kg
D. 50 kg
E. 60 kg



16. Hlutur er staddur 40 cm frá tveimur þunnum safnlinsum sem hafa brennividdir $f_1 = 20 \text{ cm}$ og $f_2 = 10 \text{ cm}$ eins og sést á myndinni að ofan. Linsurnar eru í fjarlægðinni 30 cm frá hvor annarri. Hvar kemur lokamyndin af hlutnum til með að vera staðsett?
- A. 5 cm til hægri við seinni linsuna
B. 13.3 cm til hægri við seinni linsuna
C. óendanlega langt til hægri miðað við seinni linsuna
D. 13.3 cm til vinstri við seinni linsuna
E. 100 cm til vinstri við seinni linsuna



17. Tvær sínusbylgjur með sömu tíðni eru birtar á sveiflusjá eins og sést á myndinni að ofan. Lárétti ásinn hefur kvarðann 100 ns/cm og báðar rásir hafa sömu kvörðun, 2 V/cm . Fasamunur bylgna er næst því að vera
- 30°
 - 45°
 - 60°
 - 90°
 - 120°
18. Ögn í upphafspunkti einhvers viðmiðunarkerfis er í kyrrstöðu. Ögnin springur og myndar 3 agnir með sama massa. Engir ytri kraftar verka á agnirnar. Eftir sprenginguna hreyfast tvær agnir hornrétt hvor á aðra með ferð v frá upphafspunktinum. Hver verður ferð þriðju agnarinnar frá upphafspunktinum?
- v
 - $\sqrt{2}v$
 - $2v$
 - $2\sqrt{2}v$
 - Ekki er hægt að segja til um það með þessum upplýsingum.
19. Óknyttabörn kasta skopparabolta aftan á strætó sem á leið hjá. Strætóinn ferðast frá þeim með jöfnum hraða. Boltinn lendir á strætónum undir horni θ miðað við lárétt. Hann kastast af honum undir horni ϕ miðað við lárétt. Hvert af eftirtöldu er rétt ef bakhlið strætósins er nákvæmlega lóðrétt? Gera má ráð fyrir að áreksturinn sé alfjandræandi.
- $\phi > \theta$
 - $\phi = \theta$
 - $\phi < \theta$
 - Ekki er hægt að segja til um afstöðu hornanna án þess að vita hraða boltans og strætósins.
 - Ekki er hægt að segja til um afstöðu hornanna án þess að vita massa boltans.
20. Kubbur hreyfist niður eftir skábretti með halla $\theta = 15^\circ$. Upphafshraði hans er 2 m/s og núningsstuðullinn er $\mu = 0,5$. Hversu langt hreyfist kubburinn eftir skábrettinu?
- $0,91 \text{ m}$
 - $1,24 \text{ m}$
 - $0,85 \text{ m}$
 - $1,06 \text{ m}$
 - $1,13 \text{ m}$

Seinni hluti

Í þessum hluta eru tvær stærri spurningar sem alls gefa 30 stig.
Sýndu útreikninga í öllum liðum. Gefin eru stig fyrir útreikninga þótt lokasvar sé ekki rétt.

Dæmi 1 (17 stig)

Líkan Bohrs lýsir vetnisatóminu eingöngu með sígildri eðlisfræði. Ein rafeind hreyfist með jöfnum hraða eftir hringlaga braut umhverfis eina róteind. Róteindin er kyrrstæð og ekki er gert ráð fyrir þyngdarkrafti. Rafeindin getur eingöngu verið á vissum brautum umhverfis róteindina því hverfiþungi hennar er skammtaður, þ.e. getur aðeins tekið gildin L_n þar sem

$$L_n = n \cdot \frac{h}{2\pi} \quad \text{og} \quad h \quad \text{er fasti Plancks og} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

1) (2) Hver er stærð rafkraftsins sem rafeindin verður fyrir þegar fjarlægðin milli eindanna er r_n ? Gefðu svarið sem fall af r_n .

Svar: _____

2) (6) Notaðu skömmtun hverfiþunga til að finna radíus n -tu brautar rafeindar sem fall af n, m_e, q og/eða þekktum föstum. Hér er m_e massi rafeindar og q tölugildi hleðslu rafeindar. *Ábending:* Skoðaðu miðsóknarkraftinn.

Svar: _____

Út frá 2. lið má sýna að orka rafeindar á n -tu braut í vetnisatómi er skv. líkani Bohrs

$$E_n = -\frac{13,6 \text{ eV}}{n^2}$$

3) (3) Hver er bylgjulengd ljóseindar sem rafeind sendir frá sér þegar hún fellur af 3. braut á 2. braut? Notaðu jöfnuna að ofan án þess að leiða hana út.

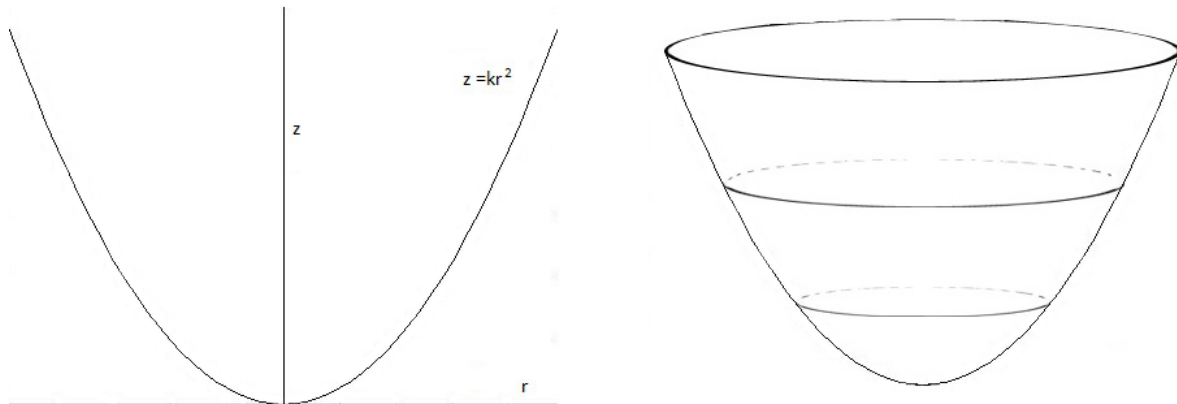
Svar: _____

4) (2) Ljós með sömu bylgjulengd og reiknuð var í 3. lið fer úr lofti í gler með brotstuðul $n_{\text{glér}} = 1,52$. Hver er bylgjulengd ljóssins í glerinu? Notaðu bylgjulengdina $\lambda = 500$ nm í lofti ef þú leystir ekki 3. lið.

Svar: _____

Dæmi 2 (13 stig)

Ögn getur hreyfst á yfirborði núningslausrar skálar. Þverskurður skálarinnar hefur jöfnu $z = kr^2$. Ögnin er upphaflega í hæð z_0 frá botni skálarinnar og hreyfist með láréttum hraða v_0 eftir yfirborði skálarinnar. Á ögnina verkar þyngdarhröðun g .



1) (3 stig) Finndu hornið sem þverkrafturinn á ögnina myndar við lárétt sem fall af fjarlægðinni r_0 frá z -ásnum.

Svar: _____

2) (3 stig) Fyrir ákveðið gildi á v_0 sem við köllum v_1 hreyfist ögnin lárétt í hringi í hæð z_0 frá botni skálarinnar. Finndu v_1 sem fall af g , z_0 og/eða k .

Svar: _____

3) (6 stig) Gerum nú ráð fyrir að $v_0 > v_1$. Hver verður mesta hæð sem ögnin nær? Athugaðu að ögnin fer ekki á hringhreyfingu, skoðið orku og hverfiþunga í efstu stöðu.

Svar: _____

4) (5 stig) Nú er ögnin sett í litla hæð z_0 og sleppt með upphafshraða 0. Ögnin sveiflast í einfaldri sveifuhreyfingu. Reiknaðu umferðartíma sveiflunnar. (Ábending: Við lausn dæmisins getur komið sér vel að fyrir lítil r gildir: $R - \sqrt{R^2 - r^2} \simeq \frac{r^2}{2R}$).

Svar: _____