

Landskeppni í eðlisfræði 2017

Forkeppni

14. febrúar kl. 10-12

Leyfileg hjálpargögn: Reiknivél sem geymir ekki texta.

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

Verkefnið hefur verið lesið vandlega yfir. Það er lagt fyrir nákvæmlega í þeirri mynd sem það er og er umsjónarmönnum óheimilt að gefa nánari skýringar. Ef einhverjir gallar reynast vera á verkefninu, koma þeir jafnt niður á öllum þátttakendum. Sjáir þú eitthvað athugavert við einstakar spurningar 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 í tómarúmi | c | $3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ |
| Þyngdarhröðun við yfirborð Jarðar | g | $9,82 \text{ m/s}^2$ |
| Frumhleðslan | e | $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |
| Massi rafeindar | m_e | $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ |
| Gasfastinn | R | $8,3145 \text{ J/(mol K)}$ |
| Fasti Coulomb | k_e | $8,988 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$ |
| Rafsvörunarstuðull tómarúms | ϵ_0 | $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ s}^2/(\text{m}^3 \text{ kg})$ |
| Þyngdarfastinn | G | $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg s}^2)$ |
| Fasti Plancks | h | $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ |

Fyrri hluti

Í þessum hluta eru 20 krossaspurningar og gefur hver spurning 3,5 stig. Svaraðu spurningunum með því að setja greinilegan hring utan um einn bókstaf.

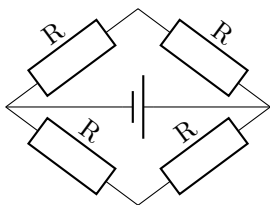
Aðeins eitt svar við hverri spurningu er rétt eða á best við. **Það er ekki dregið frá fyrir röng svör.** Því borgar sig að svara öllum krossaspurningunum.

1. Á hraðbrautum í Bandaríkjunum er hámarks-hraðinn oft 65 mílur á klukkustund. Hver er hámarkshraðinn í kílómetrum á klukkustund? Í einni mílu eru 1609 m.

A. 40 km/klst.
B. 65 km/klst.
C. 90 km/klst.
D. 105 km/klst.
E. 120 km/klst.

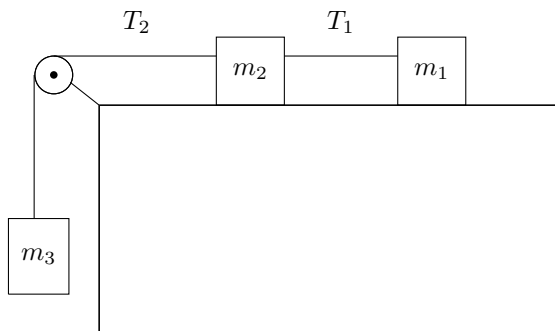
2. Stebbi ýtir með láréttum krafti á 1 kg kassa á parketi. Núningsstuðullinn milli kassans og parketsins er $\mu = 0.1$. Hversu miklum krafti (að lágmarki) þarf Stebbi að beita ef hann ýtir kassanum áfram með jöfnum hraða?

A. $F = 0$ N.
B. $F = 0,982$ N.
C. $F = 9,82$ N.
D. $F = 98,2$ N.
E. $F = 982$ N.



3. Öll viðnámin, merkt R, í rafrásinni að ofan eru 10 Ω . Hvert er heildarviðnám rásarinnar?

A. 40 Ω
B. 80 Ω
C. 5 Ω
D. 20 Ω
E. 10 Ω



4. Tveir massar $m_1 = 1,0$ kg og $m_2 = 2,0$ kg liggja á núningslausum, láréttum fleti. Þeir eru festir saman með vír og eru togaðir af öðrum vír sem er festur við massann $m_3 = 2,0$ kg sem hangir undir massalausri, núningslausri trissu. Gera má ráð fyrir að vírarnir séu massalausir. Hver verður togkrafturinn, T_1 , í vírnum sem tengir m_1 og m_2 ?

A. 3,9 N
B. 7,8 N
C. 12 N
D. 16 N
E. 20 N

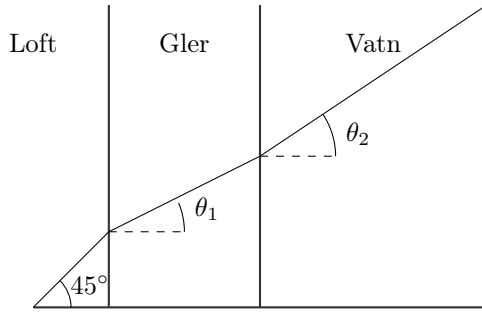
5. Fróði stekkur um borð í kyrrstæðan fleka í vatni á hraðanum $v_1 = 5,00$ m/s. Massi Fróða er $m_F = 50$ kg en massi flekans er $m_f = 200$ kg. Hver verður hraði flekans þegar Fróði er lentur á honum? Gerið ráð fyrir að vatnið veiti enga móttöðu.

A. 5,00 m/s
B. 2,50 m/s
C. 1,25 m/s
D. 1,00 m/s
E. 0,50 m/s

6. Duge brúin nær yfir kínverska fljótið Beipan. Brúin er sú hæsta í heiminum og hefur hæðina $H = 565$ m yfir vatnsborðinu. Orðrómur er um að hinn frægi frumkvöðull teygjustökksins, A.J. Hackett (sem hefur massa $m = 75$ kg), ætli að fara í teygjustökk fram af brúnni og freista þess að snerta vatnsborðið. Gera má ráð fyrir að teygjan sé massalaus og hegði sér líkt og gormur. Hver verður mesta hröðunin, a_{max} , sem Hackett mun finna fyrir ef lengd teygjunnar er $L = 120$ m?

A. $9,82$ m/s²
B. $15,1$ m/s²

- C. $19,7 \text{ m/s}^2$
 D. $24,5 \text{ m/s}^2$
 E. $44,2 \text{ m/s}^2$



7. Ljósgeisli fellur á fiskabúr undir 45° horni eins og sýnt er á myndinni. Glerið hefur brotstuðul $n_g = 1.52$ og vatn hefur brotstuðul $n_v = 1.33$. Hvað eru hornin θ_1 og θ_2 stór?

- A. $\theta_1 = 62,3^\circ$ og $\theta_2 = 31,7^\circ$
 B. $\theta_1 = 27,7^\circ$ og $\theta_2 = 32,1^\circ$
 C. $\theta_1 = 27,7^\circ$ og $\theta_2 = 62,3^\circ$
 D. $\theta_1 = 27,7^\circ$ og $\theta_2 = 58,3^\circ$
 E. $\theta_1 = 62,3^\circ$ og $\theta_2 = 58,3^\circ$

8. Þegar hlutir falla til jarðar fá þeir í fyrstu hröðun sem er jöfn þyngdarhröðun jarðar. Loftmótstaða veldur því að eftir nokkurt fall ná flestir hlutir ákveðnum lokahraða, sem er fasti. Ímyndum okkur loftstein með massa 2 kg sem fellur til jarðar utan úr geimnum. Hver er heildarkrafturinn sem verkar á loftsteininn þegar hann hefur náð lokahraða?

- A. $F = 0 \text{ N}$.
 B. $F = 0,051 \text{ N}$.
 C. $F = 0,10 \text{ N}$.
 D. $F = 9,82 \text{ N}$.
 E. $F = 19,64 \text{ N}$.

9. Hlaupari hleypur 2 hringi á hlaupabraut. Meðalhraði hans fyrri hringinn er $12,0 \text{ km/klst}$ en meðalhraðinn yfir allt hlaupið er 8 km/klst . Hver var meðalhraðinn seinni hringinn?

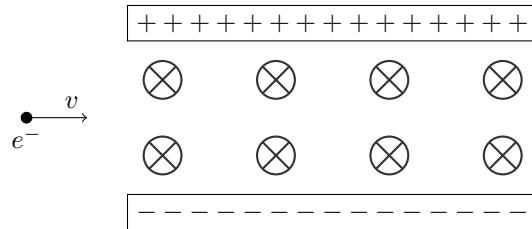
- A. $2,0 \text{ km/klst}$
 B. $3,0 \text{ km/klst}$
 C. $4,0 \text{ km/klst}$
 D. $5,0 \text{ km/klst}$
 E. $6,0 \text{ km/klst}$

10. Davíð ætlar að slöngva steini í höfuðið á Gólfat. Hann setur stein með massa 1 kg í slöngvuna og byrjar að sveifla henni í hring í láréttu plani. Slöngvan er 40 cm á lengd og miðlægur kraftur sem verkar á steininn er 10 N . Hver er hraði steinsins?

- A. $3,0 \text{ m/s}$
 B. $2,5 \text{ m/s}$
 C. $2,0 \text{ m/s}$
 D. $1,5 \text{ m/s}$
 E. $1,0 \text{ m/s}$

11. Kanadamaðurinn Evan Ungar á heimsmetið í jafnfætishoppi upp á $1,62 \text{ m}$. Hann vegur 700 N á jörðinni en 112 N á tunglinu. Hvað gæti Evan hoppað hátt á tunglinu?

- A. $1,62 \text{ m}$
 B. $0,259 \text{ m}$
 C. $4,05 \text{ m}$
 D. $10,1 \text{ m}$
 E. $63,3 \text{ m}$



12. Myndin sýnir tvær samsíða hlaðnar plötur með hleðsluþéttleika $\sigma = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mC/m}^2$. Á milli plátnanna er einnig einsleitt segulsvið sem stefnir inn í blaðið og hefur stærð 10 mT . Rafeind er skotið inn á milli plátnanna með upphafshraða v samsíða x -ás. Hver þarf hraðinn v að vera til þess að rafeindin haldi sömu stefnu meðan hún ferðast milli plátnanna?

- A. $1,13 \cdot 10^6 \text{ m/s}$
 B. $2,26 \cdot 10^6 \text{ m/s}$
 C. $8,85 \cdot 10^7 \text{ m/s}$
 D. $1,13 \cdot 10^4 \text{ m/s}$
 E. $2,26 \cdot 10^4 \text{ m/s}$

13. Róteind er hraðað úr kyrrstöðu yfir 10 MV spennu og svo haldið á hringhreyfingu með 100 m geisla með segulsviði. Hversu sterkt þarf segulsviðið að vera? Massi róteindar er $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

- A. 1,83 mT
B. 3,23 mT
C. 4,57 mT
D. 6,46 mT
E. 10,87 mT
14. Tveir krakkar, Dagur og Hrólfur, leika sér með hringekju á leikvelli. Dagur stendur á ytri brún hringekjunnar á meðan Hrólfur ýtir honum í hringi með hornhraða $1,25 \text{ s}^{-1}$. Dagur er 50 kg og radíus hringekjunnar er 1,5 m. Hver er heildarkrafturinn sem verkar á Dag á hringhreyfingunni?
A. 25 N
B. 94 N
C. 117 N
D. 130 N
E. 146 N
15. Ökumaður tekur af stað úr kyrrstöðu og keyrir með fastri hröðun 5 m/s^2 . Hversu langa vegalengd hefur hann ferðast þegar hann nær hraðanum 100 km/klst ?
A. 77 m
B. 770 m
C. 43 m
D. 4,3 m
E. 67 m
16. Árið 2061 mun halastjarna Halleys sjást með berum augum frá jörðinni. Halastjarnan er á sporbraut um sólina og mun ljúka fjórðu umferð sinni um sólu frá því að Edmond Halley spáði fyrir um komu hennar fyrst, árið 1758. Þegar halastjarnan var síðast í nándarstöðu, árið 1986 mældist hún í fjarlægðinni $r_p = 0,59 \text{ AU}$ frá sólu. Hver er mesta fjarlægðin, r_a , sem að halastjarna Halleys nær í firrðarstöðu, frá sólu? (Ath: Ein stjarnfræðieining er $1.5 \cdot 10^{11} \text{ m}$)
A. 2,8 AU
B. 18 AU
C. 24 AU
D. 35 AU
E. 46 AU
17. Frá 6. öld f. Kr. til 8. aldar e. Kr. var bátaskurður á milli Nílar og Rauðahafsins þar sem vatnið flæddi frá vestri til austurs. Í honum var mögulega fyrsti skurðlás veraldar. Flestir skurðlásar virka þannig að tvö hlið skipta skurðinum í þrennt, einn hluta með hærra vatnsborði, einn með lægra vatnsborði og svæði milli þeirra með stillanlegu vatnsborði. Skurðurinn var u.þ.b. 30 m breiður og 9.0 m djúpur. Hve mikill kraftur verkaði á hvort hlið frá vatninu á milli þeirra þegar vatnsborðið náði upp að toppi hliðsins? Þá er vatnið kjúrt og hefur eðlismassan $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$. ámundaðu þyngdarhröðunarfastann að $g = 10 \text{ m/s}^2$.
A. 12.000.000 N
B. 24.000.000 N
C. 2.700.000 N
D. 300.000 N
E. 5.800.000 N
18. Gerum ráð fyrir því að jörðin sé fullkomin kúla með jafna massadreifingu. Hugsum okkur að boruð hafi verið göng í gegnum hana miðja. Nú er bolti látinn falla úr kyrrstöðu inn í göngin. Gerum ráð fyrir að í göngunum sé fullkomið lofttæmi og að boltinn rekist ekki í vegg ganganna. Hvað gerist?
A. Boltinn fellur að miðju ganganna og stöðvast þar.
B. Boltinn skýst upp um hinn enda ganganna á ógnarhraða.
C. Boltinn ferðast í fullkominni sveifluhreyfingu milli enda ganganna.
D. Boltinn ferðast í sveifluhreyfingu sem deyr smám saman út svo að á endanum stöðvast hann í miðjunni.
E. Boltinn ferðast í sveifluhreyfingu með stígandi útslagi.
19. Í varmaeinangrandi íláti er komið fyrir 100 g af ís við 0°C ásamt 500 g af 60°C heitu vatni. Hvert verður lokahitastigið þegar innihald ílátsins nær varmajafnvægi?
Bræðsluvarmi íss er $l = 333 \text{ Jg}^{-1}$ og varmarýmd vatns er $C_{\text{vatn}} = 4,19 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$.
A. $10,1^\circ\text{C}$
B. $49,2^\circ\text{C}$
C. $36,8^\circ\text{C}$
D. 0°C
E. $46,4^\circ\text{C}$

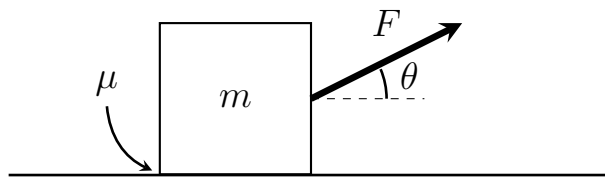
20. Einlitur ljósgeisli sem hefur bylgjulengdina $\lambda = 500 \text{ nm}$ og tíðni $f = 600 \text{ THz}$ í lofttæmi fellur á vatn með brotsstuðul 1.33. Hvert af eftirfarandi á við um bylgjulengd ljóssins λ' og tíðni þess f' í vatninu?
- A. $\lambda' < \lambda$ og $f = f'$
 - B. $\lambda' < \lambda$ og $f > f'$
 - C. $\lambda' > \lambda$ og $f = f'$
 - D. $\lambda' > \lambda$ og $f > f'$
 - E. $\lambda' = \lambda$ og $f < f'$

Seinni hluti

Í þessum hluta er ein stærri spurning í mörgum liðum sem gefur alls 30 stig. Sýndu útreikninga í öllum liðum. Gefin eru stig fyrir útreikninga þótt lokasvar sé ekki rétt. Athugið að hægt er að fá stig fyrir seinni liði dæmanna þó fyrri liðir hafi ekki verið reiknaðir.

Skriflegt dæmi (30 stig)

Eðlisfræðineminn Humi færir til húsgögn í stúdentaíbúðinni sinni. Hann á þunga kómmóðu með massa m sem hann vill draga í hinn enda íbúðarinnar. Núningsstuðullinn milli kómmóðunnar og gólfsins er μ . Hann ákveður að reikna út minnsta kraftinn F sem þarf til þess að draga kómmóðuna með föstum hraða.



Mynd (a) Liðir 1–3: Kómmóða dregin eftir láréttum fleti með núning.

1) (5) Hversu stórum krafti F þarf Humi að beita ef hann togar kómmóðuna undir gefnu horni θ ? (Notaðu stærðirnar m , μ , g og/eða θ í lokasvarinu).

Svar: _____

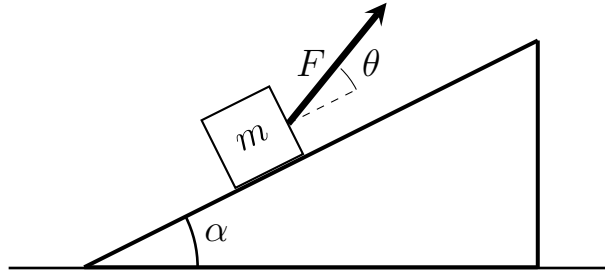
2) (10) Undir hvaða horni θ^* á Húmi að toga ef hann vill nota sem minnstan kraft til þess að draga kómmóðuna með föstum hraða? (Notaðu stærðirnar m , μ og/eða g í lokasvarinu).

Svar: _____

3) (5) Hver er lágmarkskrafturinn F sem Humi þarf að beita þegar hann togar kassann undir horninu θ^* úr lið 2)? (Notaðu stærðirnar m , μ og/eða g í lokasvarinu).

Svar: _____

Nokkrum dögum síðar fær Humi leið á kómmóðunni og ákveður að skila henni. Hann hefur ekki efni á að leigja flutningabíl, svo hann dregur kómmóðuna aftur í húsgagnabúðina. Á leiðinni er brekka með halla α miðað við lárétt. Núningstuðull milli kómmóðu og brekku er μ .



Mynd (b) Liður 4: Kómmóða dregin upp brekku.

4) (10) Finnið kraftinn F sem Humi þarf að beita ef hann togar undir gefnu horni θ miðað við brekkuna. (Notaðu stærðirnar m , μ , g , α og/eða θ í lokasvarinu).

Svar: _____