

# Landskeppni í eðlisfræði 2019

## Forkeppni

19. 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

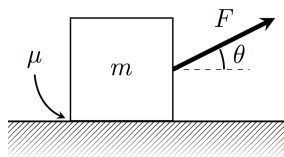
Nafn	Tákn	Gildi
Hraði ljóss í tómarúmi	$c$	$3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Þyngdarhröðun við yfirborð Jarðar	$g$	$9,82 \text{ m/s}^2$
Frumhleðslan	$e$	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Massi rafeindar	$m_e$	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Gasfastinn	$R$	$8,3145 \text{ J/(mol K)}$
Fasti Coulombs	$k_e$	$8,988 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Rafsvörunarstuðull tómarúms	$\epsilon_0$	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ s}^2/(\text{m}^3 \text{ kg})$
Þyngdarfastinn	$G$	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg s}^2)$
Fasti Plancks	$h$	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Geisli jarðarinnar	$R_\oplus$	$6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$
Massi sólarinnar	$M_\odot$	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Stjarnfræðieining	1 AU	$1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$

# Fyrri hluti

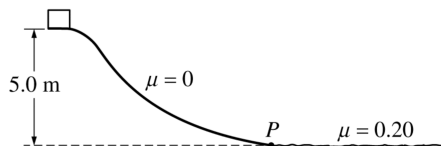
Í þessum hluta eru 20 krossaspurningar og gefur hver spurning 3,5 stig. Svaraðu spurningunum með því að setja greinilegan hring utan um einn og aðeins einn bókstaf.

Aðeins eitt svar við hverri spurningu er rétt eða á best við. **Það er ekki dregið frá fyrir röng svör.**

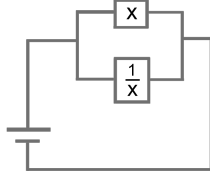
1. Hreyfiorka hlutar með massa  $m$  og hraða  $v$  er táknuð með  $K$ . Hún er skilgreind þannig að  $K = \frac{1}{2}mv^2$ . Hverjar eru SI-einingar hreyfiorku?  
A. kg m/s  
B. kg m/s<sup>2</sup>  
C. kg m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>  
D. kg m<sup>2</sup>/s  
E. kg<sup>2</sup> m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>
2. Kappakstursbíll tekur af stað úr kyrrstöðu og nær hraðanum 100 km/klst eftir 2,5 s. Hver er meðalhröðun hans á þeim tíma?  
A. 1,3 m/s<sup>2</sup>  
B. 4,5 m/s<sup>2</sup>  
C. 7,7 m/s<sup>2</sup>  
D. 11 m/s<sup>2</sup>  
E. 45 m/s<sup>2</sup>



3. Skenkur með massa  $m = 25$  kg er dreginn eftir hrjúfu yfirborði með  $F = 52$  N krafti yfir horni  $\theta = 34^\circ$  miðað við lárétt. Núningsstuðullinn milli skenksins og hrjúfa yfirborðsins er  $\mu = 0,20$ . Hversu stór núningskraftur verkar á skenkinn þegar hann er dregin með jöfnum hraða?  
A. 43 N  
B. 56 N  
C. 83 N  
D. 120 N  
E. 560 N



4. Kubbur með massa 3,0 kg rennur úr kyrrstöðu niður brekku með hverfandi núning úr hæðinni 5,0 m. Eftir að kubburinn hefur runnið framhjá punkti  $P$  tekur við hrjúft, lárétt yfirborð þar sem núningsstuðullinn milli kubbsins og yfirborðsins er 0.20. Hversu langt rennur kubburinn eftir láréttu yfirborðinu áður en hann stöðvast?  
A. 0,40 m  
B. 1,0 m  
C. 2,5 m  
D. 10 m  
E. 25 m
5. Engisprettan Engilbert stekkur 40 m upp í loftið. Hversu langur tími liður frá því hann stekkur og þar til hann lendir aftur í sömu hæð?  
A. 0,62 s  
B. 2,3 s  
C. 5,7 s  
D. 9,2 s  
E. 11 s
6. Kúla rúllar upp skábretti, stoppar og rúllar síðan niður til baka. Allan tímann rúllar hún án þess að renna og engin orka tapast vegna núnings. Í hvaða stefnu verkar núningskrafturinn á kúluna þegar hún rúllar? Stefnum í svarsöguleikunum eru samsíða skábretti.  
A. Upp á leiðinni upp og niður á leiðinni niður.  
B. Niður á leiðinni upp og upp á leiðinni niður.  
C. Það verkar enginn núningskraftur á kúluna.  
D. Alltaf upp.  
E. Alltaf niður.



7. Lítum á rafrásina hér að ofan. Rásin er knúin áfram af  $1,0\text{ V}$  rafhlöðu. Heildarstraumurinn í rásinni er  $2,0\text{ A}$ . Viðnámín í rásinni eru af stærð  $x$  og  $\frac{1}{x}$ . Hvert er heildarviðnám rásarinnar?

A.  $0,25\ \Omega$   
 B.  $0,50\ \Omega$   
 C.  $1,0\ \Omega$   
 D.  $1,5\ \Omega$   
 E.  $2,0\ \Omega$

8. Dag einn á þurru sumri ákveður Katrín að vökva garðinn sinn. Hún notar til þess kraftmikla garðslöngu sem sprautar vatninu með hraðanum  $20\text{ m/s}$ . Þegar hún stendur  $25\text{ m}$  frá beði, sem er í sömu hæð og hún heldur slöngunni í, þarf hún að miða slöngunni upp þannig að vatnið hitti einmitt í beðið. Vatnið sem sprautast út úr slöngunni myndar hornið  $\theta$  við lárétt. Hver eru möguleg gildi á  $\theta$ ? Hunsaðu loftmótstöðu.

A.  $25^\circ$   
 B.  $45^\circ$   
 C.  $65^\circ$   
 D.  $19^\circ$  og  $71^\circ$   
 E.  $38^\circ$  og  $52^\circ$

9. Guðrún göngugarpur fer upp á Everest þar sem loftþrýstingurinn er  $0,40\text{ atm}$ . Á toppnum opnar Guðrún loftþétt nestisbox sem hefur flatarmál  $0,023\text{ m}^2$ , fær sér samloku, og lokar því svo aftur. Guðrún gengur svo niður og fer alla leið að sjávarmáli þar sem loftþrýstingurinn er  $1,0\text{ atm}$ . Hversu miklum krafti, hornrétt á lok nestisboxins, þarf Guðrún að beita til þess að opna nestisboxið við sjávarmál? ( $1\text{ atm} = 101,3\text{ kPa}$ )

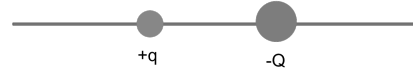
A.  $210\text{ N}$   
 B.  $450\text{ N}$   
 C.  $850\text{ N}$   
 D.  $960\text{ N}$   
 E.  $1400\text{ N}$

10. Kassi með massa  $2,0\text{ kg}$  sveiflast á núningslausu lárétu plani í gormi með gormstuðul  $5,0\text{ N/m}$ . Útslag gormsins er í  $30\text{ cm}$  fjarlægð frá jafnvægisstöðu. Hver er hraði massans í jafnvægisstöðu gormsins?

A.  $0,38\text{ m/s}$   
 B.  $3,8\text{ m/s}$   
 C.  $0,47\text{ m/s}$   
 D.  $4,7\text{ m/s}$   
 E.  $0\text{ m/s}$

11. Gullstyttta með massa  $25\text{ kg}$  er hífð upp frá botni sjávar með massalaus bandi. Hver er togkrafturinn í bandinu þegar að styttan hangir kyrr undir yfirborði sjávar? (Eðlismassi gulls er  $19,3\text{ g/cm}^3$  og eðlismassi sjávar er  $1,03\text{ g/cm}^3$ ).

A.  $110\text{ N}$   
 B.  $180\text{ N}$   
 C.  $230\text{ N}$   
 D.  $340\text{ N}$   
 E.  $670\text{ N}$



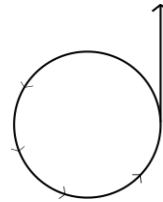
12. Ögn með litla jákvæða hleðslu  $+q$  og önnur ögn með talsvert stærri neikvæða hleðslu  $-Q$  sitja fastar í tiltekinni fjarlægð hvor frá annari eins og á myndinni hér fyrir ofan. Hvar myndirðu þurfa að koma lítilli ögn með jákvæða hleðslu fyrir til þess að hún væri í jafnvægi?

A. Hægra megin við neikvæðu hleðsluna.  
 B. Vinstra megin við jákvæðu hleðsluna.  
 C. Milli hleðslanna, nær þeirri jákvæðu.  
 D. Milli hleðslanna, nær þeirri neikvæðu.  
 E. Nákvæmlega miðja vegu á milli hleðslanna.

13. Gegnheil stálkúla, giftingarhringur og kerti rúlla án þess að renna niður skábretti úr kyrrstöðu á sama tíma. Hvaða hlutur verður fyrstur niður skábrettið?

A. Stálkúlan.  
 B. Giftingarhringurinn.  
 C. Kertið.  
 D. Hlutirnir koma allir niður á sama tíma.  
 E. Ekki er hægt að segja til um það.

14. Straumbreytir á Íslandi tekur 240 V og skilar 19,0 V jafnspennu við 5,00 A. Hvert er hámarks-afl sem raftæki má draga úr straumbreytinum án þess hann skemmist?
- 95,0 W
  - 245 W
  - 1700 W
  - 3,80 W
  - 12,6 W
15. Dvergrikistjarnan Plútó gengur um sólu á sporöskjulaga braut. Mesta fjarlægð hennar frá sólu er 49,3 AU og minnsta fjarlægð hennar frá sólu er 29,7 AU. Hver er umferðartími Plútó?
- 17 ár
  - 76 ár
  - 112 ár
  - 179 ár
  - 248 ár
16. Almennt þola dýr illa snúningshreyfingu. Hundar þola hornhraða 35 rad/s áður en líður yfir þá. Þegar kanínur hafa snúist í 65 hringi líður einnig yfir þær. Ævar vísindamaður setur Halla hvolp og Kalla kanínu í hringekju. Hann gefur kyrrstæðri hringekjunni fasta hornhröðun  $2,0 \text{ rad/s}^2$ . Hvort líður yfir Halla eða Kalla fyrst og hversu marga hringi hefur hringekjan farið þá?
- Halla hvolp og 42 hringir.
  - Halla hvolp og 48 hringir.
  - Halla hvolp og 56 hringir.
  - Halla hvolp og 64 hringir.
  - Það líður yfir þá báða eftir 65 hringi.
17. Tvær plánetur,  $A$  og  $B$ , eru á hringhreyfingu um stjörnu með massa  $M$ . Báðar pláneturnar hafa sama massa  $m$ . Pláneta  $B$  er tvisvar sinnum lengra frá stjörnunni heldur en pláneta  $A$ . Látum  $L_A$  tákna hverfipunga plánetu  $A$  og  $L_B$  tákna hverfipunga plánetu  $B$ . Hvert er hlutfallið  $L_B/L_A$ ?
- 1
  - $\sqrt{2}$
  - 2
  - $2\sqrt{2}$
  - 4
18. Járngerður og Stálgerður eru í kapphlaupi. Járngerður er mun betri að hlaupa og er með mikil forskot á Stálgerði. Sjúkrabíll keyrir framhjá Járngerði í átt að Stálgerði með sírenur í gangi. Hver af eftirfarandi fullyrðingum á alltaf við þegar sjúkrabíllinn er að keyra frá Járngerði að Stálgerði?
- Hljóðið berst fyrir til Stálgerðar en til Járngerðar.
  - Hljóðið berst fyrir til Járngerðar en til Stálgerðar.
  - Stálgerður heyrir dýpri tóna heldur en Járngerður.
  - Stálgerður heyrir hærri tóna heldur en Járngerður.
  - Járngerður og Stálgerður heyra sömu tóna.
19. Rauður Ferrari sportsbíll með massa 1560 kg keyrir á hraðanum 135 km/klst. Hann klessir á kyrrstæðan bláan Fiat með massa 499 kg. Bílarnir festast saman við áreksturinn. Hversu mikil hreyfiorka tapast úr kerfinu við áreksturinn?
- 266 kJ
  - 504 kJ
  - 732 kJ
  - 956 kJ
  - 1380 kJ



20. Parísarhjól með 20 m geisla snýr vögnum í hringi, hver með massa 500 kg. Vagnana ber við jörðu í lægstu stöðu. Dag einn bilar vélbúnaður hjólsins. Það byrjar að snúast of hratt þannig að á hvern vagn verkar 3000 N miðsóknarkraftur. Allt í einu losnar vagn af hjólinu með þeim afleiðingum að hann þýtur beint upp á við. Hvaða hæð yfir jörðu nær vagninn áður en hann byrjar að falla aftur til jarðar?
- 26 m
  - 39 m
  - 49 m
  - 65 m
  - 96 m

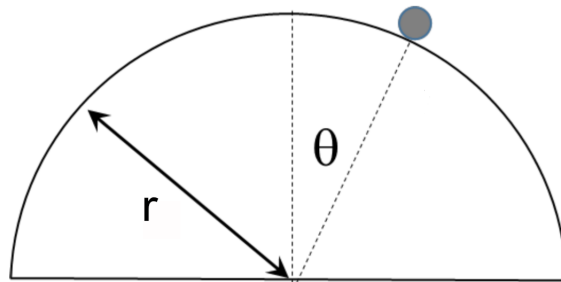
# Seinni hluti

## Skrifleg dæmi (30 stig)

Í þessum hluta eru tvær stærri spurningar sem gefa 15 stig hver. Sýnið 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 þótt fyrri liðir hafi ekki verið reiknaðir.

### (1) Ögn sem rennur af kúlu (15 stig)

Ögn með massa  $m$  stendur kyrr ofan á stórrí kúlu með geisla  $r$ . Hún byrjar svo að renna niður með litlum sem engum upphafshraða. Gerum ráð fyrir því að núningurinn milli kúlunnar og agnarinnar sé hverfandi. Látum  $\theta$  vera hornið á milli lóðlínu gegnum miðju kúlunnar og línu frá miðju kúlunnar að ögninni eins og sést á mynd.



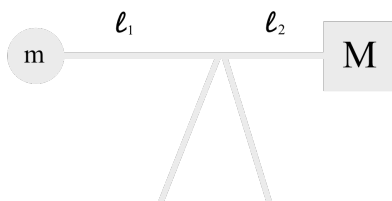
(a) (4 stig) Finnið hraða agnarinnar,  $v$ , sem fall af  $r, \theta$  og þekktum föstum með því að nota orkuvarðveislu.

- (b) **(5 stig)** Skrifðu niður kraftajöfnu fyrir þverkraftinum á ögnina sem fall af  $r, \theta, m$  og þekktum föstum. Nýtið ykkur að ögnin er á hringhreyfingu um miðju kúlunnar þar til hún losnar af kúlunni.

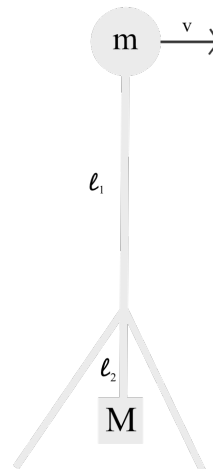
- (c) **(6 stig)** Finnið hornið  $\theta$  þar sem ögnin losnar af kúlunni.

## (2) Hönnun valslöngva (15 stig)

Í borgarumsátrum miðalda voru valslöngvur ómissandi tæki, en þær valslöngvur sem við þekkjum best eiga líklegast rætur sínar að rekja til soldánadæmis Ayyubída á 12. öld e.o.t. (en voru mögulegu fundnar upp fyrst í Austur Rómaveldi á 11. öldinni) og breiddust þaðan út til Evrópu og Kína. Athugum eiginleika einfaldaðrar valslöngvu, sjá myndir 1 og 2. Valslöngvan virkar þannig að massalaus *armur* af lengd  $L$  er festur á *örul* í hæð  $h$  frá jörðinni sem skiptir arminum í *kastarm* af lengd  $\ell_1$  og *fallarm* af lengd  $\ell_2$ . Við enda kastarmsins er fest massalaus *karfa* sem geymir stein af massa  $m$ . Við fallarminn er fest *mótvigt* af massa  $M$ . Gerum ráð fyrir að armurinn bogni ekki, að enginn núningur sé í kerfinu og hunsum massa allra festinga og aukahluta sem gætu komið við sögu.



Mynd 1: Valslöngva fest í hvíldarstöðu.



Mynd 2: Valslöngva þegar steinninn sleppur.

(a) (3 stig) Finnið hverfitregðu kerfisins,  $I$ , um snúningsásinn, sem fall af  $m, M, \ell_1, \ell_2$  og þekktum föstum.

(b) (5 stig) Steininum er sleppt þegar heildarvægið á arminn er núll. Finnið hornhraða steinsins,  $\omega$ , þegar hann sleppur úr körfunni sem fall af  $m, M, \ell_1, \ell_2, I$  og þekktum föstum með því að nota orkuvarðveislu.

(c) (5 stig) Finndu hversu langt steinninn fer áður en hann lendir á jörðinni sem fall af  $m, M, \ell_1, \ell_2, h, I$  og þekktum föstum.

(d) (2 stig) Látum massa steinsins vera 45 kg, massa mótvigtarinnar vera 2000 kg, lengd kastarmsins vera 12 m, lengd fallarmsins vera 2,0 m og hæð öxulsins vera 6,0 m. Hversu langt kastast steinninn?