

# Landskeppni í eðlisfræði 2020

## Forkeppni

25. 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: \_\_\_\_\_

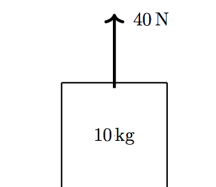
## Tafla yfir þekkta fasta

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	$G$	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg s}^2)$
Geisli jarðarinnar	$R_{\oplus}$	$6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$
Massi jarðarinnar	$M_{\oplus}$	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Massi sólarinnar	$M_{\odot}$	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Stjarnfræðieining	1 AU	$1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$

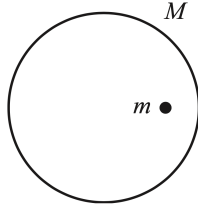
# Fyrri hluti

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.**



- Kubbur með massa 10 kg liggur kyrr á láréttum fleti. Krafti í lóðrétta stefnu upp á við af stærð 40 N er beitt á kubbinn. Hver er þyngd kubbsins?
  - 58 N
  - 80 N
  - 98 N
  - 6 kg
  - 14 kg
- Hversu stór er heildarkrafturinn sem verkar á kubbinn í dæmi 1?
  - 0 N
  - 40 N
  - 58 N
  - 100 N
  - 138 N
- Samúel og Fanney æfa hlaup á 400 m hringlaga hlaupabraut. Hraði Samúels er 4,0 m/s en hraði Fanneyjar er 4,5 m/s. Ef þau byrja að hlaupa á sama stað, hve marga hringi þarf Fanney að hlaupa til að hringa Samúel (þ.e. hlaupa heilum hring lengra en Samúel)?
  - 6 hringi
  - 7 hringi
  - 8 hringi
  - 9 hringi
  - 10 hringi
- Starfsmenn Laugardalslaugar hanna 20 m háa núningslausa rennibraut með það að leiðarljósi að sundlaugagestir nái sem mestum hraða þegar þeir lenda í sundlauginni. Hver á halli rennibrautarinnar að vera?
  - 4°
  - 23°
  - 45°
  - 90°
  - Hraðinn er óháður hallanum
- Harry Potter flýgur á kústinum sínum lárétt yfir jörðinni á hraðanum 25 m/s í 50 m hæð þegar hann missir skólatöskuna sína. Ef loftmótstaða er hundsúð, hver verður fjarlægðin milli Harry og skólatöskunnar þegar hún lendir á jörðinni ef Harry breytir hvorki um hraða né stefnu?
  - 50 m
  - 60 m
  - 84 m
  - 94 m
  - 100 m
- Á hlut  $A$  verkar kraftur  $F_A$  og á hlut  $B$  verkar kraftur  $F_B$ . Hlutur  $B$  hefur tvöfalt meiri massa en hlutur  $A$  og hröðun hlutar  $B$  er helmingi minni en hlutar  $A$ . Hvert af eftirtöldu er rétt fullyrðing um kraftana  $F_A$  og  $F_B$ ?
  - $F_B = \frac{1}{4}F_A$
  - $F_B = \frac{1}{2}F_A$
  - $F_B = F_A$
  - $F_B = 2F_A$
  - $F_B = 4F_A$
- Sigrún á jeppa á dekkjum sem eru 22 tommur í þvermál. Dag einn ákveður hún að breyta bílnum og setja undir hann dekk sem eru 25 tommur í þvermál. Hraðamælir bílsins er þó óbreyttur, mælir hraða út frá fjölda snúninga dekkjanna á tímaeiningu, en miðar við upphaflegu dekkin. Dag einn eftir breytinguna fer Sigrún í bíltúr út á land þar sem hámarkshraði er 90 km/klst. Ef hraðamælir Sigrúnar sýnir nú að bíllinn sé á 90 km/klst, hver er raunverulegur hraði bílsins?
  - 79 km/klst
  - 90 km/klst
  - 98 km/klst
  - 102 km/klst
  - 110 km/klst

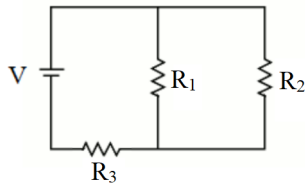


8. Massi  $m$  er staðsettur innan í einsleitri hringlaga gjörð með massa  $M$  eins og sýnt er á myndinni að ofan. Í hvaða stefnu er þyngdarkrafturinn sem verkar á  $m$  vegna hningsins?

A. Vinstri  
B. Hægri  
C. Upp  
D. Niður  
E. Heildarkrafturinn á  $m$  er núll

9. Hildur Guðnadóttir vill mæla eðlismassa Óskarsverðlaunastyttunnar sinnar, en samkvæmt opinberum upplýsingum er hún að mestu leyti úr bronsi. Hildur veit að massi styttunnar í tómarúmi er 3830 g en hún mælir massa hennar ofan í vatni sem 3400 g. Hver er eðlismassi styttunnar? Eðlismassi vatns er  $1,0 \text{ g/cm}^3$ .

A.  $4,9 \text{ g/cm}^3$   
B.  $7,4 \text{ g/cm}^3$   
C.  $8,1 \text{ g/cm}^3$   
D.  $8,9 \text{ g/cm}^3$   
E.  $13,5 \text{ g/cm}^3$



10. Í rásinni hér að ofan hefur rafhlaðan spennu  $V = 10,0 \text{ V}$  og viðnámin eru  $R_1 = 2,0 \Omega$ ,  $R_2 = 2,0 \Omega$  og  $R_3 = 1,0 \Omega$ . Hver er straumurinn um rafhlöðuna?

A.  $2,0 \text{ A}$   
B.  $4,0 \text{ A}$   
C.  $5,0 \text{ A}$   
D.  $6,0 \text{ A}$   
E.  $10,0 \text{ A}$

11. Bolti er sleppt úr kyrrstöðu. Hann fellur vegalengd  $h$  fyrstu sekúnduna eftir að honum er sleppt. Hversu langt mun hann falla á næstu sekúndu ef honum var sleppt úr nægri hæð?

A.  $h$   
B.  $2h$   
C.  $3h$   
D.  $4h$   
E.  $h^2$

12. Dæmigert mannsauga getur greint ljós sem hefur bylgjulengd frá  $340 \text{ nm}$  upp í  $740 \text{ nm}$ . Orka ljóseindar með bylgjulengd  $\lambda$  er gefin með:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

þar sem  $h$  er fasti sem nefnist fasti Plancks og  $c$  tákna hraða ljósins. Hver er SI-einingin á fasta Plancks?

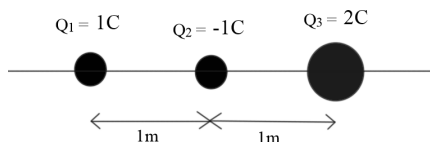
A.  $\text{kg m/s}^2$   
B.  $\text{kg m}^2/\text{s}^2$   
C.  $\text{kg m/s}$   
D.  $\text{kg m}^2/\text{s}$   
E.  $\text{kg m}$

13. Erla býr sér til heitt súkkulaði á köldum vetrardegi. Henni nægir að drekka  $150 \text{ mL}$  af heitu súkkulaði sem hún hitar á hellu og  $21,5 \text{ kJ}$  fara í það að hita drykkinn. Í upphafi var hitastig drykkjarins  $5^\circ \text{C}$  en Erla hitar hann upp í  $40^\circ \text{C}$ . Eðlisvarmi drykkjarins er  $3,9 \text{ kJ}/(\text{kg K})$ . Hver er eðlismassi heits súkkulaðis?

A.  $0,225 \text{ kg/m}^3$   
B.  $8,72 \text{ kg/m}^3$   
C.  $54,0 \text{ kg/m}^3$   
D.  $662 \text{ kg/m}^3$   
E.  $1050 \text{ kg/m}^3$

14. Atli og Reynir æfa listdans á skautum. Massi Atla er  $68 \text{ kg}$  en massi Reynis  $82 \text{ kg}$ . Í upphafi skautasýningar standa þeir hreyfingarlausir á núningslausum ísnum þar til Atli ýtir Reyni frá sér með  $17 \text{ N}$  krafti. Hver verður hröðun Atla?

A.  $0 \text{ m/s}^2$   
B.  $0,1 \text{ m/s}^2$   
C.  $0,25 \text{ m/s}^2$   
D.  $0,5 \text{ m/s}^2$   
E.  $1,0 \text{ m/s}^2$



15. Þrjár hleðslur sitja í röð eins og á mynd hér að ofan.  $Q_1 = 1\text{ C}$ ,  $Q_2 = -1\text{ C}$  og  $Q_3 = 2\text{ C}$ . Fjarlægðirnar eru eins og á mynd. Í hvaða stefnu er heildarkrafturinn sem verkar á  $Q_1$ ?

A. Vinstri  
B. Hægri  
C. Upp  
D. Niður  
E. Heildarkrafturinn er núll



16. Kassi með massa  $m = 0,1\text{ kg}$  situr á núningslausri braut. Honum er ýtt upp við gorm með gormstuðul  $k = 1,8\text{ N/m}$  þ.a. gormurinn sé  $70\text{ cm}$  frá jafnvægisstöðu. Síðan er kassanum sleppt og hann rennur eftir  $80\text{ cm}$  löngum rampi sem myndar  $30^\circ$  horn við lárétt. Hve langt eftir rampinum ferðast kassinn áður en hann stoppar?

A.  $40\text{ cm}$   
B.  $50\text{ cm}$   
C.  $60\text{ cm}$   
D.  $70\text{ cm}$   
E. Hann flýgur fram af rampinum

17. Alþjóðlega geimstöðin er á hringlaga braut umhverfis jörðina  $409\text{ km}$  frá yfirborði jarðar. Umferðartími hennar er  $93\text{ mínútur}$ . Hubble geimsjónaukinn er einnig á hringlaga braut umhverfis jörðina með umferðartíma  $96\text{ mínútur}$ . Hve langt frá yfirborði jarðar er Hubble geimsjónaukinn?

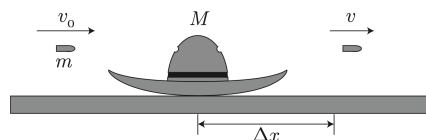
A.  $554\text{ km}$   
B.  $601\text{ km}$   
C.  $628\text{ km}$   
D.  $667\text{ km}$   
E.  $712\text{ km}$

18. Hildur, Gunnar og Gylfi eru að vega salt. Vegasaltið hefur lengd  $3\text{ m}$  og snúningspunktur þess er í miðjunni. Massi vegasaltsins er jafndreifður. Gunnar hefur massa  $35\text{ kg}$  og Gylfi og Hildur hafa hvort um sig  $20\text{ kg}$  massa. Gunnar og Gylfi sitja á sitt hvorum enda vegasaltsins. Hve langt frá miðju vegasaltsins situr Hildur ef vegasaltið er lárétt og í jafnvægi og enginn krakkanna snertir jörðina?

A.  $0,23\text{ m}$   
B.  $0,55\text{ m}$   
C.  $0,84\text{ m}$   
D.  $1,0\text{ m}$   
E.  $1,1\text{ m}$

19. Í sumum tilvikum getur járnkjarni sólstjörnu hrunið saman og myndað nifteindastjörnu, en eðlismassi nifteindastjarna er jafn eðlismassa kjarna atóma. Ef járnkjarni slíkrar stjörnu hefur geisla  $1,0 \cdot 10^4\text{ km}$  og geisli nifteindastjörnnar sem myndast eftir hrun kjarnans er  $12\text{ km}$ , hver er snúningstími nifteindastjörnnar ef snúningstími upphaflegu stjörnnar var  $16\text{ dagar}$ ? Gerið ráð fyrir að járnkjarninn og nifteindastjarnan séu kúlulaga og hafi sama massa.

A.  $1,2\text{ ms}$   
B.  $57\text{ ms}$   
C.  $0,5\text{ s}$   
D.  $2,0\text{ s}$   
E.  $60\text{ s}$



20. Kúrekahattur með massa  $M = 130\text{ g}$  hvílir á borði. Núningsstuðullinn milli hattins og borðsins er  $\mu = 0,25$ . Byssukúlu með massa  $m = 5\text{ g}$  og láréttan hraða  $v_0 = 550\text{ m/s}$  er skotið í gegnum kúrekahattinn þannig að hann rennur  $\Delta x = 1,25\text{ m}$  eftir borðinu. Hver er hraði byssukúlunnar,  $v$ , eftir að hún kemur út úr hattinum?

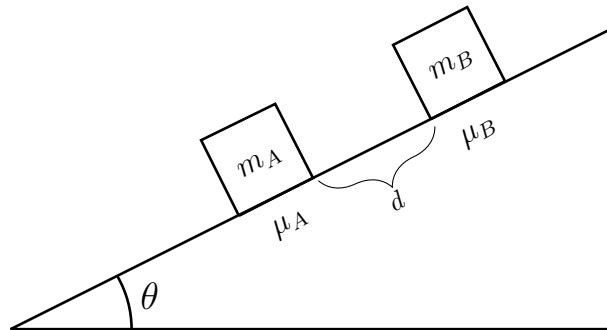
A.  $122\text{ m/s}$   
B.  $340\text{ m/s}$   
C.  $486\text{ m/s}$   
D.  $513\text{ m/s}$   
E.  $565\text{ m/s}$

# 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.

### Dæmi 1: Tveir kubbar á skábretti (15 stig)



Lítum á skábretti sem hallar um horn  $\theta$  miðað við lárétt. Á skábrettinu standa tveir kubbar í kyrrstöðu. Kubburinn sem stendur neðar á skábrettinu hefur massa  $m_A$  og núningsstuðullinn milli kubbsins og skábrettisins er  $\mu_A$ . Kubburinn sem stendur ofar á skábrettinu hefur massa  $m_B$  og núningsstuðullinn milli kubbsins og skábrettisins er  $\mu_B$ . Í þessu dæmi gerum við ráð fyrir að skábrettið sé svo langt að kubbarirnir nái ekki að renna niður á enda þess, að  $\tan \theta > \mu_A > \mu_B$  og að vegalengdin (samsíða skábrettinu) milli kubbanna sé  $d$ .

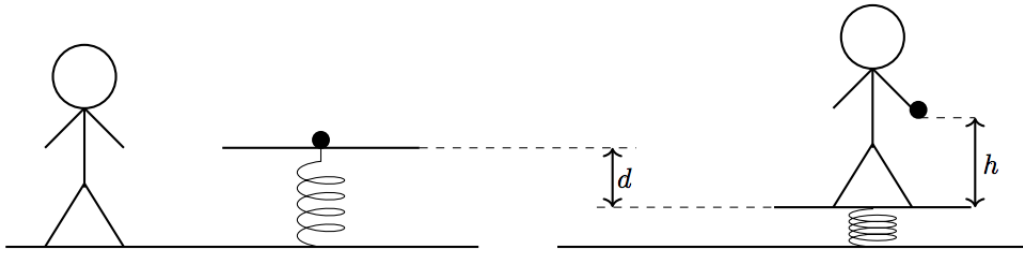
(a) (4 stig) Ákvarðið hröðun kubbsins,  $a_A$ , með massa  $m_A$  í stefnuna samsíða skábrettinu.

(b) (1 stig) Ákvarðið hröðun kubbsins,  $a_B$ , með massa  $m_B$  í stefnuna samsíða skábrettinu.

(c) (3 stig) Finnið tímann  $t_1$  sem liður frá því að kubbum er sleppt samtímis úr kyrrstöðu og þar til að þeir skella saman í fyrsta skipti.

- (d) **(7 stig)** Gerum ráð fyrir að  $m = m_A = m_B$  og að kubbarnir lendi í alfjaðrandi árekstri, en það þýðir að bæði skriðþungi og orka kerfisins er varðveitt við áreksturinn. Ákvarðið tímann  $t_2$  sem líður frá því að kubbarnir rekast saman í fyrsta skipti og þar til að þeir rekast saman í annað skipti.

## Dæmi 2: Gormur (15 stig)



Óli prik, sem hefur massa  $m_p$ , stendur við hliðina á gormi í jafnvægisstöðu með gormstuðul  $k$ . Ofan á gorminum er massalaus pallur og bolti með massa  $m_b$ . Síðan stígur Óli varlega ofan á pallinn og tekur upp boltann. Þá þjappast gormurinn saman í nýja jafnvægisstöðu sem er í fjarlægðinni  $d$  lóðrétt frá upphaflegu jafnvægisstöðunni.

(a) (2 stig) Ákvarðið fjarlægðina  $d$  (notið stærðirnar  $k$ ,  $m_p$ ,  $m_b$  og/eða  $g$  í svarinu).

(b) (3 stig) Ef Óli sleppir nú boltanum fer gormurinn að sveiflast með tíma. Hvert verður útslag sveifluhreyfingarinnar,  $A_1$ , áður en boltinn lendir á pallinum (notið stærðirnar  $k$ ,  $m_p$ ,  $m_b$  og/eða  $g$  í svarinu)?

(c) (5 stig) Þegar boltinn lendir loks á pallinum hefur gormurinn lokið nákvæmlega einni sveiflu. Ákvarðið hæðina  $h$  sem boltanum var sleppt úr (notið stærðirnar  $k$ ,  $m_p$ ,  $m_b$  og/eða  $g$  í svarinu).

- (d) **(5 stig)** Boltinn festist við pallinn þegar hann lendir, þ.e. áreksturinn milli boltans og pallsins er fullkomlega ófjaðrandi. Ákvarðið útslag sveifluhreyfingarinnar,  $A_2$ , eftir að boltinn lendir á gorminum (notið stærðirnar  $k$ ,  $m_p$ ,  $m_b$  og/eða  $g$  í svarinu).