

Landskeppni í eðlisfræði 2015

Forkeppni

17. 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 jarðarinnar | g | $9,82 \text{ m/s}^2$ |
| Massi rafeindar | m_e | $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ |
| Rafsvörunarstuðull tómarúms | ϵ_0 | $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ s}^2 / (\text{m}^3 \text{ kg})$ |
| Frumhleðslan | e | $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |
| Þyngdarfastinn | G | $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 / (\text{kg s}^2)$ |
| Radíus sólarinnar | R_\odot | $6,98 \cdot 10^8 \text{ m}$ |
| Radíus jarðarinnar | R_\oplus | $6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$ |
| Massi sólarinnar | M_\odot | $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ |
| Stjarnfræðieining | 1 AU | $1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$ |
| 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.

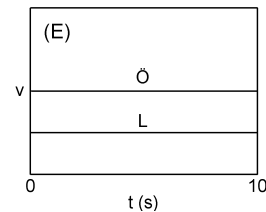
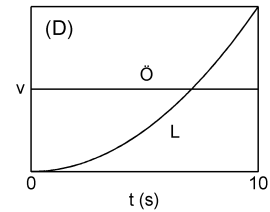
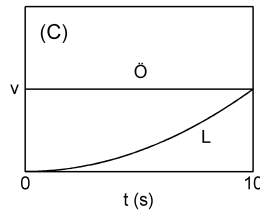
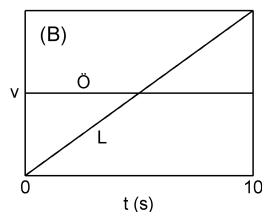
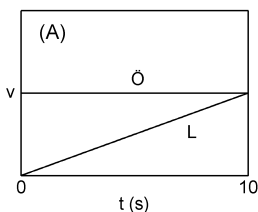
Aðeins eitt svar við hverri spurningu er rétt eða á best við. **Það er ekki dregið frá fyrir röng svör.** Því borgar sig að svara öllum krossaspurningunum.

1. Kassi með massa m liggur á núningslausu borði. Á hann verkar kraftur $F_1 = 45 \text{ N}$ í stefnu x -áss, og annar kraftur $F_2 = 30 \text{ N}$ í gagnstæða stefnu. Hver er massi kassans ef hröðun hans er 3 m/s^2 ?

- A. 3 kg
- B. 5 kg
- C. 25 kg
- D. 0,3 kg
- E. 35 kg

2. Ökumaður keyrir á föstum hraða 15 m/s þar sem hámarkshraðinn er 10 m/s . Um leið og ökumaðurinn keyrir framhjá, leggur lögreglumaður á mótórhjól af stað úr kyrrstöðu og keyrir með fastri hröðun 3 m/s^2 . 10 s síðar nær lögreglan ökumanninum. Hér að neðan eru gröf sem sýna hraða ökumannsins (Ö) og lögreglunnar (L) sem fall af tíma. (Báðir ásarnir eru línulega kvarðaðir.) Hvert grafanna er rétt?

- A.
- B.
- C.
- D.
- E.

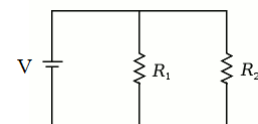


3. Barn ýtir snögglega við leikfangabíl þannig að bíllinn rennur upp skáhalli, nær hæsta punkti og rennur niður aftur. Hreyfingin er án núnings. Í hvaða stefnu er heildarkrafturinn þegar bíllinn rennur upp skáhallann? En í hæsta punkti? En þegar bíllinn rennur niður á við?

- A. upp hallann; upp hallann; upp hallann
- B. niður hallann; enginn heildarkraftur; upp hallann
- C. niður hallann; niður hallann; niður hallann;
- D. upp hallann; enginn heildarkraftur; niður hallann
- E. beint niður; beint niður; beint niður

4. Í rásinni hér að neðan hefur rafhlaðan spennu $V = 7,0 \text{ V}$ og viðnámin eru $R_1 = 2,0 \Omega$ og $R_2 = 6,0 \Omega$. Hver er straumurinn um rafhlöðuna?

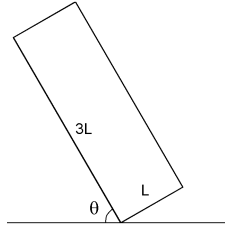
- A. 0,21 A
- B. 0,88 A
- C. 1,8 A
- D. 4,7 A
- E. 10 A



5. Gormur með kraftstuðul k er strekktur um vegalengd x . Það tekur tvöfalt meiri vinnu að strekkja annan gorm um $\frac{1}{3}x$. Kraftstuðull seinni gormsins er

- A. $\frac{9}{2}k$
 B. $6k$
 C. $9k$
 D. $18k$
 E. $36k$
6. Bíll með upphafshraða 10 m/s og fasta hröðun ferðast 100 m á fimm sekúndum. Hver er hröðun bílsins?
 A. 10 m/s^2
 B. 4 m/s^2
 C. 5 m/s^2
 D. 2 m/s^2
 E. Ekki er hægt að segja til um það
7. Gerið ráð fyrir að jörðin hreyfist með jafnri hringhreyfingu. Reiknið út brautarhraða jarðar. (Athugið að radíus jarðbrautar er 1 AU .)
 A. 30.000 km/s
 B. 194 m/s
 C. 6373 km/s
 D. 42 km/s
 E. 30 km/s
8. Kassi með massa M hvílir á núningslausu borði. Hann er tengdur með massalausum bandi um núningslausu trissu við kassa með massa m sem hangir fram af borðbrúninni. Kerfið hefur hröðun $a > 0$. Hver er togkrafturinn í bandinu?
 A. $T = m(g - a)$
 B. $T = (M + m)a$
 C. $T = \frac{M+m}{g}$
 D. $T = Ma + mg$
 E. $T = \frac{g+a}{M+m}$
9. Óla ofurhuga er skotið úr fallbyssu sem þeytir honum af stað með hraða 50 m/s . Til þess að lenda örugglega á dýnu sem komið hefur verið fyrir í sömu hæð og fallbyssan má lóðréttur hraði Óla ekki vera meiri en 30 m/s við landingu. Hvert er stærsta horn við lárétt sem hægt er að skjóta Óla örugglega undir?
 A. 36°
 B. 45°
 C. 53°
 D. 14°
 E. 22°
10. Bolta er sveiflað í bandi í hringi með jöfnum hraða. Hvert stefnir hröðun boltans?
 A. Hornrétt út úr hringnum
 B. Hornrétt inn í hringinn
 C. Samsíða hreyfingarstefnu boltans
 D. Gegn hreyfingarstefnu boltans
 E. Boltinn hefur enga hröðun
11. Stelpa rennir sér á sleða niður 60 m langa brekku með halla 30° . Í upphafi er hún kyrrstæð en neðst í brekkunni er hraði hennar 20 m/s . Hver er núningsstuðull brekkunnar? (Ábending: Hugsíð ykkur brekkuna sem langhlið í rétthyrndum þríhyrningi og sleppið því að gera ráð fyrir loftmótstöðu)
 A. $0,67$
 B. $0,13$
 C. $1,02$
 D. $0,19$
 E. $0,45$
12. Kjörgas hefur rúmmálið $V_i = 12\text{ L}$ við hitastig $T_i = 20^\circ\text{C}$ og þrýsting $P_i = 15\text{ atm}$. Hitastigið er hækkað upp í $T_f = 35^\circ\text{C}$ og rúmmálið minnkar í $V_f = 8,5\text{ L}$. Hver er lokaþrýstingur gassins?
 A. 37 atm
 B. 40 atm
 C. 22 atm
 D. 35 atm
 E. 27 atm
13. Gerum ráð fyrir að ísjaki sé teningur með hliðarlengdir L . 500 kg ísbjörn leitar nú að ísjaka í sjónum til að hvíla sig á. Hver má hliðarlengd ísjakans minnst vera til þess að hann sökvi ekki með ísbjörninn? Eðlismassi sjós er 1028 kg/m^3 og eðlismassi hafíss er 920 kg/m^3 .
 A. $0,79\text{ m}$
 B. $0,82\text{ m}$
 C. $1,38\text{ m}$
 D. $1,67\text{ m}$
 E. $2,15\text{ m}$
14. Rétthyrndur kubbur með botnflöt L sinnum L og hæð $3L$ stendur uppréttur á teppi. Nú er ýtt varlega á eina hlið kubbsins þar til hann dettur á hlið. Hvert er hornið milli teppisins og kubbsins, θ , þegar hann byrjar að detta af sjálfu sér? Gerið ráð fyrir að kubburinn sé einsleitur og að núnungur milli teppis og kubbs sé það mikill að kubburinn renni ekki.

- A. 38°
- B. 45°
- C. 59°
- D. 68°
- E. 72°



15. Biggi ætlar að mynda Skólavörðustíginn úr útsýnisglugga í toppi Hallgrímskirkju þegar hann missir myndavélina sína út um gluggan. Ef fallhæðin er 65 m hversu lengi er myndavélin að falla til jarðar? Gerið ráð fyrir engri loftmótstöðu og að myndavélin hafi engan upphafshraða.

- A. 3,9 s
- B. 3,6 s
- C. 3,3 s
- D. 3,0 s
- E. 2,7 s

16. Teningslaga skotglas er staðsett einmitt fyrir miðju í öðru stærra teningslaga glasi og hafa bæði glösin brotstuðul 1,52. Skotglasið er fyllt með vatni sem hefur brotstuðul 1,33 og stærra glasið er fyllt upp að efri brún skotglassins með ólífúolíu sem hefur brotstuðul 1,46. Nú er ljósgeisla skotið með 28° innfallshorni þvert á stærra glasið. Hann ferðast í gegnum gler, olíu, gler, vatn, gler, olíu og loks út um gler. Allar hliðar sem hann fer í gegnum á glösunum eru samsíða. Hvert er útfallshorn geisla þegar hann ferðast út úr stærra glasinu aftur hinum megin?

- A. 14°
- B. 22°
- C. 28°
- D. 32°
- E. 36°

17. 1750 kg bíll sem ferðast með hraða 1,50 m/s til hægri rekst á 1450 kg bíl sem ferðast með hraða 1,10 m/s til vinstri. Eftir áreksturinn ferðast léttari bíllinn með hraða 0,41 m/s til hægri. Með hvaða hraða ferðast þyngri bíllinn eftir áreksturinn?

- A. 0,41 m/s til vinstri
- B. 1,8 m/s til hægri
- C. 1,8 m/s til vinstri
- D. 0,25 m/s til hægri
- E. 0,25 m/s til vinstri

18. Vindmylla hefur þrjá spaða sem hver um sig vegur 2,5 tonn og er 22 m að lengd. Hver er hverfitregða vindmyllunnar um snúningsásinn? Líta má á hvern spaða myllunnar sem mjóa stöng með einsleita massadreifingu. Hverfitregða einleitrar stangar með massa M og lengd L sem snýst um annan endann er gefin með $I = \frac{1}{3}ML^2$.

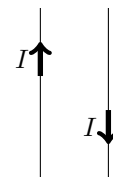
- A. $1,21 \cdot 10^6 \text{ kg m}^2$
- B. $1,82 \cdot 10^6 \text{ kg m}^2$
- C. $0,40 \cdot 10^6 \text{ kg m}^2$
- D. $0,06 \cdot 10^6 \text{ kg m}^2$
- E. $1,56 \cdot 10^6 \text{ kg m}^2$

19. Gítarstrengur er strekktur með krafti F . Þá er grunntíðni hans f . Hvað þyrfti að strekkja hann með miklum krafti þannig að tónhæð grunntíðninnar yrði áttund hærri? Hraði bylgju á streng er gefinn með $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ þar sem F er krafturinn sem strengurinn er strekktur með og μ er massi á hverja lengdareiningu strengsins. Tónbilið frá tóni með tíðni f upp í tón með tíðni $2f$ er ein áttund.

- A. $F/2$
- B. $2F$
- C. $F/\sqrt{2}$
- D. $\sqrt{2}F$
- E. $4F$

20. Myndin sýnir tvo langa samsíða leiðara í stuttri fjarlægð frá hvor öðrum. Þeir flytja báðir $I = 12 \text{ A}$ straum í gagnstæðar stefnur. Hvert stefnir segulsviðið mitt á milli leiðaranna?

- A. Segulsviðið núllast út á milli leiðaranna
- B. Út úr blaðinu
- C. Inn í blaðið
- D. Meðfram leiðurunum
- E. Ekki eru gefnar nægar upplýsingar

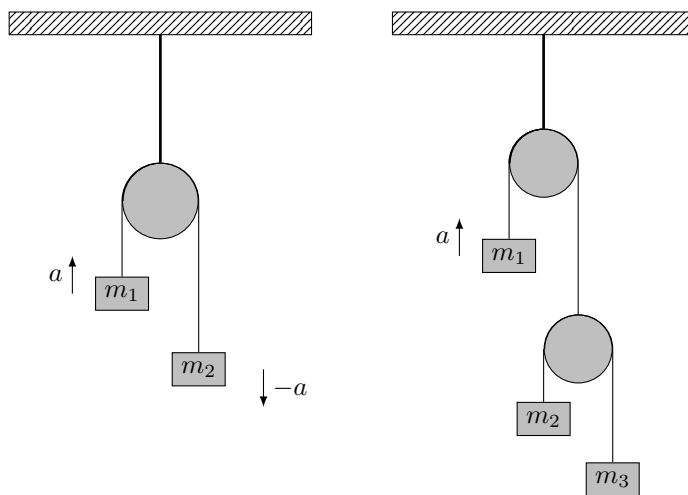


Seinni hluti

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.
Athugið að hægt er að fá stig fyrir seinni liði dæmanna þó fyrri liðir hafi ekki verið reiknaðir.

Dæmi 1 (15 stig)

Vél Atwood í sinni einföldustu mynd samanstendur af tveimur mössum m_1 og m_2 tengdum saman með óteygjanlegu bandi sem hengt er yfir massa- og núningslausa trissu. Trissan er fest við loftið og hreyfist ekki. Vélin er sýnd á mynd (a). Þegar kerfinu er sleppt úr kyrrstöðu þá fá massarnir hröðun sem er háð m_1, m_2 og þyngdarhröðuninni g .



(a) Einföld Atwood vél

(b) Tvöföld Atwood vél

1) (3) Finnið a , hröðun massans m_1 , í einfaldri Atwood vél. (Notaðu stærðirnar m_1, m_2 og g í lokasvarinu.)

Svar: _____

2) (3) Finnið togkraftinn í bandinu, T . (Notaðu stærðirnar m_1, m_2 og g í lokasvarinu.)

Svar: _____

3) (4) Hugsum okkur nú að sams konar vél sé komið fyrir í lyftu. Trissan er fest við loft lyftunnar, sem hefur fasta hröðun α niður á við. Mössunum tveimur er sleppt úr kyrrstöðu miðað við lyftuna. Finnið a' , hröðun massans m_1 í kerfi lyftunnar. (Notaðu stærðirnar g, α og hröðunina a í lið 1) í lokasvarinu.)

Svar: _____

4) (5) Mynd (b) sýnir tvöfalda Atwood vél. Bandið á efstu trissunni tengir massann m_1 við aðra trissu, og á henni hanga massar m_2 og m_3 . Kerfinu er sleppt úr kyrrstöðu. Finnið a , hröðun massans m_1 (Notaðu stærðirnar m_1, m_2, m_3 og g í lokasvarinu.)

Svar: _____

Dæmi 2 (15 stig)

Í uppréttan, lokaðan sívalning eru sett n mól af einatóma kjörgasi. Efri hluti sívalningsins er lokaður af með bullu sem hefur massa M og þverskurðarflatarmál A . Í upphafi er bullunni haldið kyrrri og gasið hefur rúmmál V_i og hitastig T_i . Þá er bullunni sleppt og eftir nokkrar sveiflur um jafnvægisstöðu stöðvast hún. Við hunsum varmarýmd bullunnar og sívalningsins. Kerfið er varmaeinangrað (enginn varmi flæðir inn í gasið), umhverfisþrýstingurinn er P_a og þyngdarhröðunin er g .



1) (2) Settu upp kraftajöfnu fyrir kerfið eftir að það hefur náð jafnvægi. (Notaðu stærðirnar P_0 (þrýstingur í jafnvægi), P_a , M , A og g í lokasvarinu.)

Svar: _____

2) (2) Hversu mikil vinna, W , er unnin á gasið ef bullan færir niður um vegalengd x ? (Notaðu stærðirnar P_a , M , A , x og g í lokasvarinu.)

Svar: _____

3) (4) Hver verður hitastigsbreytingin, $T_x - T_i$, þegar bullan færir niður um vegalengd x ? (Heildarhreyfiorka gassameinda (innri orka) í einatóma kjörgasi er $U = 3nRT/2$. Notaðu stærðirnar n, R, P_a, M, A, x og g í lokasvarinu.)

Svar: _____

4) (7) Hvert er hitastigið í jafnvægisstöðu, T_0 , ef við gerum ráð fyrir að orkan sem tapast við núning sé hverfandi? (Notaðu stærðirnar $T_i, V_i, n, R, P_a, M, A$ og g í lokasvarinu.)

Svar: _____