

Landskeppni í eðlisfræði 2014

Forkeppni

18. febrúar 2014, 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 þekktu fasta

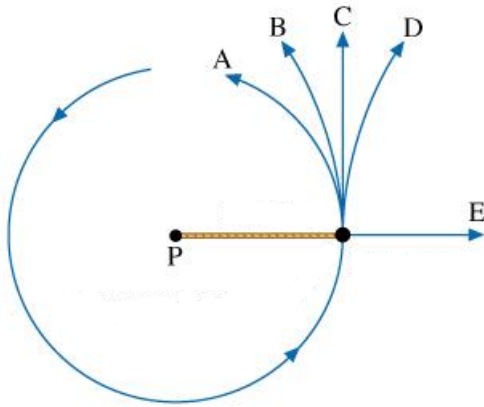
Nafn	Tákn	Gildi
Hraði ljóss	c	$3,00 \cdot 10^8$ m/s
Þyngdarhröðun jarðar	g	$9,82$ m/s ²
Massi rafeindar	m_e	$9,11 \cdot 10^{-31}$ kg
Rafsvörunarstuðull tómarúms	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12}$ s ² C ² /m ³ kg
Grunnhleðslan	q	$1,602 \cdot 10^{-19}$ C
Þyngdarfastinn	G	$6,67 \cdot 10^{-11}$ m ³ /kgs ²
Radíus sólar	R_\odot	$6,955 \cdot 10^8$ m
Radíus jarðar	$R_{jörð}$	$6,37 \cdot 10^6$ 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. Svaraðu 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.

- Keli rennur beint áfram á skíðum á jafnsléttu með jafna hraðanum $v_1 = 1,0$ m/s. Massi Kela er $m = 25$ kg. Hver er heildarkrafturinn, F , sem verkar á hann?
 - $F = 0,0$ N
 - $F = 5,0$ N
 - $F = 10$ N
 - $F = 25$ N
 - $F = 250$ N
- Seinna um daginn er snjórinn orðinn blautur svo núningsstuðullinn milli skíðanna og snjósins er $\mu = 0,10$. Keli rennur aftur eftir beinni línu á jafnsléttu og hefur í upphafi hraðann $v = 2,0$ m/s. Massi Kela er $m = 25$ kg. Hvað rennur hann langt þar til hann stoppar alveg?
 - 0,2 m
 - 1,0 m
 - 2,0 m
 - 4,6 m
 - 25 m
- Í vatnsglasi, sem látið er standa á eldhúsbörði, er klakamoli úr vatni. Klakamolinn flýtur í glasinu. Vatnsyfirborðið er í 10 cm hæð yfir borðbrúninni. Hvað gildir þegar glasið hefur staðið svo lengi á borðinu að allur klakinn er bráðnaður?
 - Vatnsyfirborðið í glasinu er í 10 cm hæð yfir borðbrúninni.
 - Vatnsyfirborðið í glasinu hefur hækkað og er í meira en 10 cm hæð yfir borðbrúninni.
 - Vatnsyfirborðið í glasinu hefur lækkað og er í minna en 10 cm hæð yfir borðbrúninni.
 - Vatn hefur flætt út fyrir glasið.
- Klakinn getur ekki bráðnað við stofuhita.
 - Kubbur með massa m er tengdur í 2 gorma sem eru fastir hvor við sinn vegg og hafa kraftstuðul k . Gormarnir eru hvor sínum megin við kubbin og eru samása. Ef gormarnir tveir eru báðir óstrektir við jafnvægisstöðu hver er þá hornhraði eiginveiflu kubbsins?
 - $\omega = \sqrt{k/2m}$
 - $\omega = \sqrt{k/m}$
 - $\omega = \sqrt{k/4m}$
 - $\omega = \sqrt{2k/m}$
 - $\omega = \sqrt{4k/m}$
- Hverjar eru mögulegar bylgjulengdir staðbylgju í hálfopinni loftslúlu með lengd L ? Athugið að $n = 1, 2, 3, \dots$
 - $\lambda = \frac{2L}{n}$
 - $\lambda = \frac{4L}{2n-1}$
 - $\lambda = \frac{3L}{2n}$
 - $\lambda = \frac{2L}{2n-1}$
 - $\lambda = \frac{4L}{n}$
- Ef þrýstingurinn í 8 mólum af gasi er 2 atm við 280 K hvert er rúmmál gassins? Gasfastinn er $R = 0.08206 \frac{\text{l}\cdot\text{atm}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$
 - 78 l
 - 83 l
 - 86 l
 - 89 l
 - 92 l



7. Geimfari er staddur langt frá öllum stjörnum og plánetum. Hann festir hokkípökk í streng og sveiflar pökknum í hring um sig. Skyndilega slitnar strengurinn. Hvaða bókstafur á myndinni lýsir best hreyfingu pökksins rétt eftir að strengurinn slitnar?

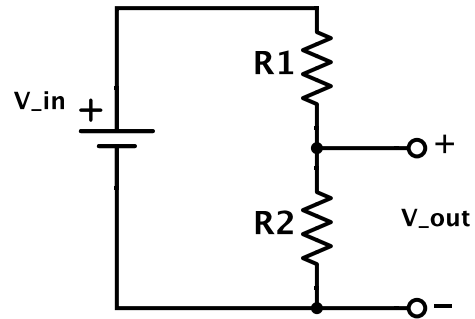
A. A
B. B
C. C
D. D
E. E

8. María sleppir þungum hlut. Hann lendir á gormi sem þjappast mest um lengdina x við það að hluturinn lendi á honum. María ákveður nú að sleppa hlutnum úr tvöfalt meiri hæð miðað við gorminn. Hversu mikið þjappast gormurinn nú mest? (Gerið ráð fyrir að fallhæðin sé miklu stærri en x .)

A. $\sqrt{2}x$
B. $\frac{1}{2}x$
C. $2x$
D. $4x$
E. $8x$

9. Gervihnöttur er á hringlaga braut um jörðina í 20.000 km fjarlægð frá miðju jarðar. Hver er hraði hans? (Massi jarðar er $5,97 \cdot 10^{24}$ kg og þyngdarfastinn er $6,67 \cdot 10^{-11}$ Nkg²/m².)

A. 500 m/s
B. 1.500 m/s
C. 2.500 m/s
D. 3.500 m/s
E. 4.500 m/s



10. Á mynd að ofan má sjá rafrás. Fullkominn spennugjafi gefur spennuna V_{in} yfir tvö raðtengd viðnám af stærð $R1$ og $R2$. Hvað gildir um spennuna V_{out} sem er mæld yfir $R2$ eins og sýnt er á myndinni?

A. $V_{out} = \frac{R1}{R2} \cdot V_{in}$
B. $V_{out} = \frac{R2}{R1} \cdot V_{in}$
C. $V_{out} = R2 \cdot V_{in}$
D. $V_{out} = \frac{R1}{R1+R2} \cdot V_{in}$
E. $V_{out} = \frac{R2}{R1+R2} \cdot V_{in}$

11. Tvær kúlur lenda í árekstri sem er hvorki alfjandrandi né fullkomlega ófjandrandi. Önmur kúlan hefur massann m_1 og hraðann $\vec{v}_{1,f}$ fyrir árekstur og hraðann $\vec{v}_{1,e}$ eftir áreksturinn. Hin kúlan hefur massann m_2 og hraðann $\vec{v}_{2,f}$ fyrir árekstur og hraðann $\vec{v}_{2,e}$ eftir árekstur. Engir ytri kraftar verka á kúlurnar. Skilgreinum stærðirnar $K_f := \frac{1}{2}m_1v_{1,f}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2,f}^2$, $K_e := \frac{1}{2}m_1v_{1,e}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2,e}^2$, $\vec{P}_f := m_1\vec{v}_{1,f} + m_2\vec{v}_{2,f}$ og $\vec{P}_e := m_1\vec{v}_{1,e} + m_2\vec{v}_{2,e}$. Hver eftirfarandi fullyrðinga er réttust?

A. $|\vec{P}_f| > |\vec{P}_e|$ og $K_f > K_e$
B. $|\vec{P}_f| > |\vec{P}_e|$ og $K_f < K_e$
C. $|\vec{P}_f| = |\vec{P}_e|$ og $K_f > K_e$
D. $|\vec{P}_f| = |\vec{P}_e|$ og $K_f < K_e$
E. $|\vec{P}_f| < |\vec{P}_e|$ og $K_f > K_e$

12. Óvarkár bílstjóri bakkar jeppa á innkaupakerru. Innkaupakerran er á hjólum og jeppinn hefur mun meiri massa en kerran. Eftir áreksturinn hefur innkaupakerran meiri hraða en jeppinn. Á meðan árekstrinum stendur gildir að:
- Jeppinn verkar með meiri krafti á kerruna en kerran á jeppann því jeppinn er massameiri.
 - Innkaupakerran verkar með meiri krafti á jeppann en jeppinn á kerruna því hún fer hraðar eftir áreksturinn.
 - Hvorugur hluturinn verkar með heildarkrafti á hinn því kraftarnir núllast út.
 - Jeppinn og kerran verka með jafn stórum krafti hvort á annað.
 - Ekkert af ofangreindu er rétt.
13. Fallbyssu á hjólum skýtur fallbyssukúlu frá sér og rennur við það til baka vegna varðveislu skriðþunga. Við gerum ráð fyrir að núningur á fallbyssuna sé hverfandi. Ef fallbyssan er 10x þyngri en fallbyssukúlan, hver verður hraði og hreyfiorka fallbyssukúlunnar miðað við fallbyssuna?
- Hraðinn verður 5x meiri og hreyfiorkan 5x meiri.
 - Hraðinn verður 5x meiri og hreyfiorkan 10x meiri.
 - Hraðinn verður 5x meiri og hreyfiorkan 25x meiri.
 - Hraðinn verður 10x meiri og hreyfiorkan 10x meiri.
 - Hraðinn verður 10x meiri og hreyfiorkan 100x meiri.
14. Maður stendur á vigt sem sýnir 90,0 kg á jörðinni. Hvað myndi vigtin sýna á tunglinu, þar sem þyngdarhröðunin er $a = 1,63 \text{ m/s}^2$?
- 11,5 kg
 - 14,9 kg
 - 29,8 kg
 - 542,2 kg
 - Ekkert af ofangreindu er rétt.
15. Skoðum mann sem er á dýpi h undir yfirborði jarðar. Ef gert er ráð fyrir að eðlismassi jarðar sé einsleitur, hvernig breytist þyngdarhröðun jarðar eftir því sem farið er dýpra ofan í jörðina?
- Helst óbreytt $9,82 \text{ m/s}^2$
 - Fellur með h
 - Fellur með h^2
 - Eykst með h
 - Eykst með h^2
16. Leisigeisli lendir þvert á yfirborð glerrúðu af þykkt t . Glerið í rúðunni hefur brotstuðulinn n (brotstuðull efnis er skilgreindur sem hraði ljóss í lofttæmi deilt með hraða ljóssins í efninu). Ljósíð í geislanum hefur bylgjulengdina λ (í lofttæmi). Hve margar bylgjulengdir verða í þeim hluta geislans sem er innan rúðunnar?
- n
 - $\frac{n\lambda}{t}$
 - $\frac{nt}{\lambda}$
 - $\frac{t}{n\lambda}$
 - Ekkert af ofangreindu er rétt.
17. Sleði með massa 2 kg rennur (núningslaust) niður 10 m háan hól og klessir á annan 3 kg sleða neðst í brekkunni með þeim afleiðingum að þeir festast saman. Hver verður hraði þeirra eftir áreksturinn?
- 3 m/s
 - 5 m/s
 - 6 m/s
 - 9 m/s
 - Ekkert af ofangreindu er rétt.

18. Arkímedes ætlar að lyfta punktmassa með massa $m = M_{\text{jörð}} = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg upp af yfirborði jarðar. Til þess ætlar hann að nýta sér nýjustu uppfinningu sína, vogarstöngina. Án vogarstangarinnar getur Arkímedes lyft 50,0 kg. Þessum 50,0 kg getur hann lyft á hraðanum 1,00 m/s. Ef fjarlægð punktmassans frá vogarásnum er 1,00 m, hve langa stöng þarf Arkímedes og hversu lengi er hann að lyfta massanum upp um 1,00 m? (Á tímum Arkímedesar var jörðin flöt og óendanlega víðáttumikil.)

- A. $1,19 \cdot 10^{23}$ m og $1,19 \cdot 10^{23}$ s
- B. $1,23 \cdot 10^{22}$ m og $2,46 \cdot 10^{20}$ s
- C. $5,69 \cdot 10^{20}$ m og $5,69 \cdot 10^{20}$ s
- D. $5,02 \cdot 10^{23}$ m og $2,46 \cdot 10^{20}$ s
- E. $5,49 \cdot 10^{30}$ m og $1,83 \cdot 10^{30}$ s

(Talið er að aldur alheimsins sé $4,354 \cdot 10^{17}$ s.)

19. Blettatígur getur aukið hraða sinn jafnt úr 0 km/klst upp í 100,0 km/klst á þremur sekúndum. Hann getur haldið þeim hraða á 500,0 m kafla áður en hann þarf að leggjast niður og hvíla sig. Aníta getur hlaupið 800,0 m á tveimur mínútum og 0,49 sekúndum. Þegar hún er 50,0 m frá blettatígrinum ákveður hún að hlaupa á eftir honum. Blettatígurinn sem er kyrrstæður tekur strax eftir henni og tekur á rás í átt frá henni. Hvað er Aníta lengi að ná blettatígrinum?

- A. 43,6 s
- B. 78,2 s
- C. 82,8 s
- D. 89,1 s
- E. Ekkert af ofangreindu er rétt

20. Ballettdansarinn Mikhail Baryshnikov er sagður hafa getað stokkið 1,80 m í loft upp. Hve löngum tíma eyðir Mikhail í efstu 30,0 cm stökksins og hve löngum í neðstu 30,0 cm þess?

- A. 0,494 s og 0,106 s
- B. 0,159 s og 0,378 s
- C. 0,247 s og 0,0528 s
- D. 0,359 s og 0,0978 s
- E. 0,180 s og 0,0489 s

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)

Bolti er hannaður þannig að hann tapar 10% af hraða sínum þegar hann skoppar lóðrétt af gólfi. Við viljum komast að því hversu langan tíma það tekur boltann að ná kyrrstöðu ef honum er sleppt úr hæð h (mælt frá botni boltans). Hér miða 10% við þann hraða sem boltinn hefur rétt áður en hann lendir á gólfinu og rétt eftir að hann skoppar aftur frá því. Gerið ráð fyrir að boltinn beyglist ekki þegar hann skoppar.

- 1) (4) Hversu hátt skoppar boltinn eftir fyrstu landingu?

Svar: _____

- 2) (4) Hversu lengi er boltinn í loftinu milli fyrstu og annarrar landingar?

Svar: _____

3) (7) Finnið gildin hér á undan sem fall af númeri lendingar og finnið heildartímann sem það tekur boltann að ná kyrrstöðu eftir að honum er sleppt úr eins metra hæð (mælt frá botni). Þessi jafna gæti komið að notum: $\sum_{n=0}^{\infty} x^n = \frac{1}{1-x}$ ef $|x| < 1$.

Svar: _____

Dæmi 2 (15 stig)

Kúluvarpari varpar 7,257 kg kúlu með því að ýta henni í beina línu, 1,6 m undir 30° horni miðað við lárétt. Kúlunni er þannig hraðað upp í kasthraða úr upphafshraða 2,5 m/s (vegna hreyfingar kúluvarparans). Kúlan yfirgefur hendi kúluvarparans í 2,0 m hæð undir sama 30° horninu og lendir í 16 m fjarlægð frá kúluvarparanum. (Það má hunsastöðu).

1) (8) Hver er ferð kúlunnar þegar hún yfirgefur hendi kastarans?

Svar: _____

2) (2) Hver er stærð meðalkraftsins sem kúlvarparinn beitir á kúluna þegar hann hraðar henni á undan kastinu? (Ath. Það þarf að taka þyngdarkraftinn með í reikninginn).

Svar: _____

3) (5) Hver er hraðavigur kúlunnar þegar hún lendir? (Láréttur hraði og lóðréttur hraði).

Svar: _____