

Fjórða laugardagsæfingin í eðlisfræði 2021

Nafn:

Bekkur:

Fastar

Nafn	Tákn	Gildi
Hraði ljóss í tómarúmi	c	$3,00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
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	$8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Fasti Coulombs	k_e	$8,988 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$
Rafsvörunarstuðull tómarúms	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ s}^2 \text{ m}^{-3} \text{ kg}^{-1}$
Þyngdarfastinn	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Geisli jarðarinnar	R_\oplus	$6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$
Geisli sólarinnar	R_\odot	$6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$
Massi jarðarinnar	M_\oplus	$5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Massi sólarinnar	M_\odot	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Stjarnfræðieiningin	AU	$1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Krossar

Hver kross gildir 3,5 stig. Vinsamlegast skráið svörin ykkar við tilheyrandi krossi hér fyrir neðan:

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10

K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20

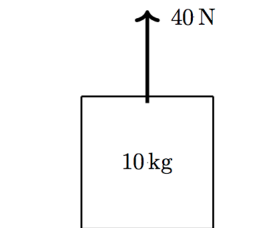
Krossar (70 stig)

K1. 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?

- (A) 58 N (B) 80 N (C) 98 N (D) 6 kg (E) 14 kg

K2. Hversu stór er heildarkrafturinn sem verkar á kubbinn í dæmi 1?

- (A) 0 N (B) 40 N (C) 58 N (D) 100 N (E) 138 N



K3. 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)?

- (A) 6 hringi (B) 7 hringi (C) 8 hringi (D) 9 hringi (E) 10 hringi

K4. 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?

- (A) 50 m (B) 60 m (C) 84 m (D) 94 m (E) 100 m

K5. 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 tímæiningu, en miðar við upphaflegu dekkinn. 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?

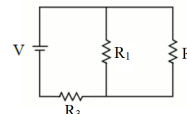
- (A) 79 km/klst (B) 90 km/klst (C) 98 km/klst (D) 102 km/klst (E) 110 km/klst

K6. Hildur Guðnadóttir vill mæla eðlismassa Óskarsverðlaunastyttunnar sinnar. Samkvæmt opinberum upplýsingum er hún úr bronsi. Hildur veit að massi styttunnar í lofti er 3830 g en hún mælir massa hennar ofan í vatni sem 3400 g. Hver er eðlismassi styttunnar? Eðlismassi vatns er 1,0 g/cm³.

- (A) 4,9 g/cm³ (B) 7,4 g/cm³ (C) 8,1 g/cm³ (D) 8,9 g/cm³ (E) 13,5 g/cm³

K7. Í rásinni hér til hægri hefur rafhlaðan spennu $V = 10,0$ V og viðnámín 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 A (B) 4,0 A (C) 5,0 A (D) 6,0 A (E) 10,0 A



K8. 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 $1,0 \cdot 10^4$ km og geisli nifteindastjörnnunnar sem myndast eftir hrun kjarnans er 12 km, hver er snúningstími nifteindastjörnnunnar ef snúningstími upphaflegu stjörnnunnar var 16 dagar? Gerið ráð fyrir að járnkjarninn og nifteindastjarnan séu kúlulaga og hafi sama massa.

- (A) 1,2 ms (B) 57 ms (C) 0,5 s (D) 2,0 s (E) 60 s

K9. Hversu mikla orku þarf til að hita hálfan lítra af vatni úr 10 °C í 80,0 °C? Vatn hefur eðlisvarmann 4190 J/kg K og gera má ráð fyrir að eðlismassi vatns sé 1000 kg/m³ á þessu hitastigsbili.

- (A) 293 MJ (B) 147 kJ (C) 587 kJ (D) 168 kJ (E) 468 MJ

K10. Ökuþór í Formúlu 1 kappakstri er í tímatöku á braut sem er 8 km að lengd. Fyrri helming brautarinnar ekur hann með meðalhraða 50 km/klst. Hversu hratt þarf hann að aka síðari helming brautarinnar ef hann á að ná því marki að vera á 100 km/klst meðalhraða á heildina titið?

- (A) 50 km/klst (B) 100 km/klst (C) 150 km/klst (D) 200 km/klst (E) Óendanlega hratt.

K11. 200 g af 10 °C heitu vatni eru sett í 600 W örbylgjuofn í 1,5 mínútur. Eðlisvarmi vatns er 4,2 J/g K. Ef allt aflíð fer í að hita vatnið, hvert verður þá lokahitastigið?

- (A) 12 °C (B) 38 °C (C) 46 °C (D) 53 °C (E) 74 °C

K12. Dráttardýr hafa haldið því fram eftir daga Newtons, að ekki þyði að berja þau áfram af því að vagninn tugi í dýrið með sama krafti og dýrið tugi í vagninn, og því geti þau ekki hreyft vagninn. Hvernig svarar þú þessum mótbárum?

- (A) Gulrót fyrir framn dýrið breytir öllu.
- (B) Vagninn er á hjólum.
- (C) Dýrið verður bara að toga enn fastar.
- (D) Svipan hefur þann kraft sem þarf til.
- (E) Jörðin verkar á dýrið með krafti áfram.

K13. Kassa með massann m er haldið föstum á skábretti með krafti F eins og sést á myndinni hér til hægri. Skábrettið myndar horn θ miðað við lárétt og núningsstuðullinn milli brautarinnar og kassans er μ . Hver þarf krafturinn, F , minnst að vera ef kassinn á ekki að færast?

- (A) μmg . (B) $mg \cos \theta$. (C) $mg \sin \theta$. (D) $\frac{mg}{\mu} \sin \theta$. (E) $\frac{mg}{\mu} (\sin \theta - \mu \cos \theta)$.

K14. Á myndinni hér til hægri má sjá hraða-tíma graf fyrir bíl á ferðalagi. Hversu mikla vegalengd hefur bíllinn farið þegar hann nemur staðar?

- (A) 75 km (B) 150 km (C) 120 km (D) 60 km (E) 100 km

K15. Tvö massalaus reipi eru tengd stálbita. Reipin mynda annars vegar horn $\alpha = 60^\circ$ miðað við lárétt og hinsvegar horn $\beta = 40^\circ$ miðað við lárétt. Í reipunum hangir kubbur með þyngd $W = mg$. Ef hámarkstogkraftur hvors reipis er 5000 N hver er hámarksþyngd kubbs sem kerfið getur borið án þess að slitna?

- (A) 0 N (B) 4400 N (C) 5500 N (D) 6400 N (E) 7500 N

K16. Körfubolta með massa 0,145 kg er kastað upp í loft. Hraði boltans rétt eftir að honum er kastað er 20,0 m/s. Hversu hátt fer boltinn ef loftmótsstaða er hverfandi?

- (A) 20,3 m (B) 19,4 m (C) 18,2 m (D) 17,1 m (E) 16,0 m

K17. Faðir nokkur dregur son sinn á snjóþotu eftir göngustíg í snjónum. Sonurinn og snjóþotan vega samtals 30 kg. Band af lengd 2,0 m er fest í framenda snjóþotunnar. Faðirinn heldur í hinn enda bandsins í 1,0 m hæð og strekkir það. Núningsstuðullinn milli snjóþotunnar og snjósins er 0,1. Með hversu miklum krafti þarf faðirinn að toga í bandið til að halda jöfnum hraða > 0 ?

- (A) 8 N (B) 16 N (C) 24 N (D) 32 N (E) 40 N

K18. Bolti sem vegur 1,0 kg fellur úr kyrrstöðu í 12 m hæð niður á gólf og skoppar aftur upp í 8 m hæð. Hver er breytingin í skriðþunga boltans við áreksturinn?

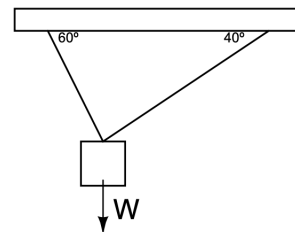
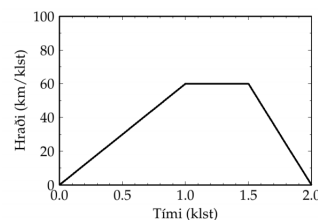
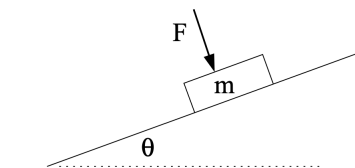
- (A) 0 kg m/s (B) 9,8 kg m/s (C) 28 kg m/s (D) 2,8 kg m/s (E) 400 kg m/s

K19. Hjól sem er 1,0 m að þvermáli veltur 7,8 m. Hversu marga hringi snerist hjólið á þessu ferðalagi.

- (A) 1 hring (B) 1,25 hringi (C) 7,8 hringi (D) 2,5 hringi (E) 5 hringi

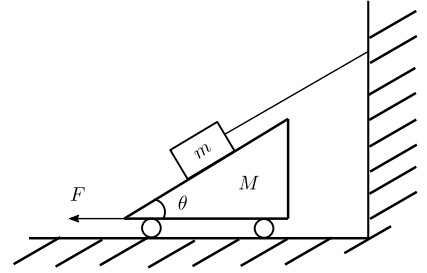
K20. Erla býr sér til heitt súkkulaði á köldum vetrardegi. Henni nægir að drekka 150 mL af heitu súkkulaði sem hún hitar á hellu og 21,5 kJ fara í það að hita drykkinn. Í upphafi var hitastig drykkjarins 5°C en Erla hitar hann upp í 40°C . Eðlisvarmi drykkjarins er $3,9 \text{ kJ}/(\text{kg K})$. Hver 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 kg/m^3 (E) 1050 kg/m^3

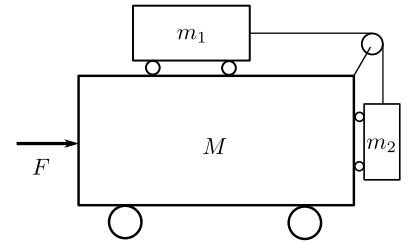


Dæmi 1: Tvö erfið kraftadæmi (15 stig)

Lítum á skábretti á hjólum með massa M sem hallar um horn θ miðað við lárétt. Ofan á skábrettinu stendur kassi með massa m sem er festur með massalausum bandi við vegg eins og sést á myndinni hér til hægri. Með hversu stórum, láréttum krafti, F , þurfum við að toga í skábrettið til þess að allt kerfið haldist kyrrt?

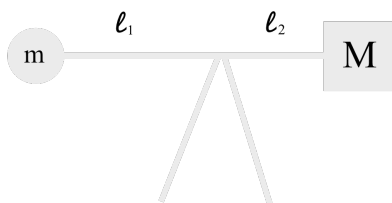


Vagn á hjólum með massa M stendur á núninglausu yfirborði. Ofan á vagninum stendur annar vagn á hjólum með massa m_1 . Vagninn með massa m_1 er festur með massalausum bandi við annan vagn með massa m_2 yfir núningsslausu trissu. Hjólin á vagninum með massa m_2 snerta hliðina á vagninum með massa M . Enginn núningur er á milli vagnanna. Með hvaða lárétta krafti, F , á að ýta vagninum þannig að m_1 og m_2 haldast kyrrir miðað við M ?

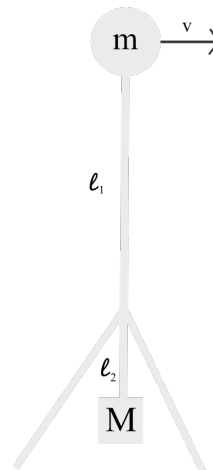


Dæmi 2: Valslängvan

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. Valslängvan virkar þannig að massalaus *armur* af lengd $L = \ell_1 + \ell_2 = 14$ m er festur á *öxul* í hæð $h = 6,0$ m frá jörðinni sem skiptir arminum í *kastarm* af lengd $\ell_1 = 12$ m og *fallarm* af lengd $\ell_2 = 2,0$ m. Við enda kastarmsins er fest massalaus *karfa* sem geymir stein af massa $m = 45$ kg. Við fallarminn er fest *mótvigt* af massa $M = 2000$ kg. 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: Valslängva fest í hvíldarstöðu.



Mynd 2: Valslängva þegar steinninn sleppur.

- Finnið hverfitregðu kerfisins, I , um snúningsásinn.
- Steininum er sleppt þegar heildarvægið á arminn er núll (eins og sést á mynd 2 hér að ofan til hægri). Finnið hornhraða steinsins, ω , þegar hann sleppur úr körfunni.
- Finnið hversu langt steinninn fer áður en hann lendir á jörðinni.

