

Fyrsta 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	$1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$

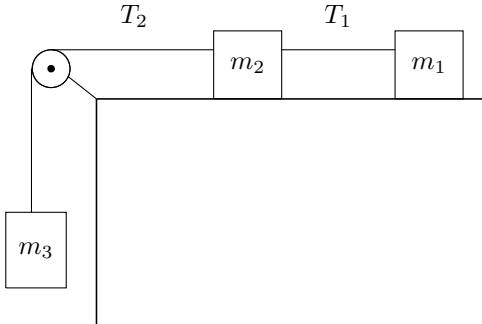
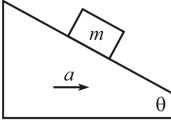
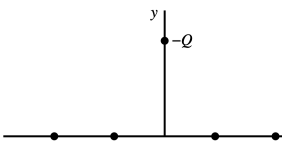
Krossar

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

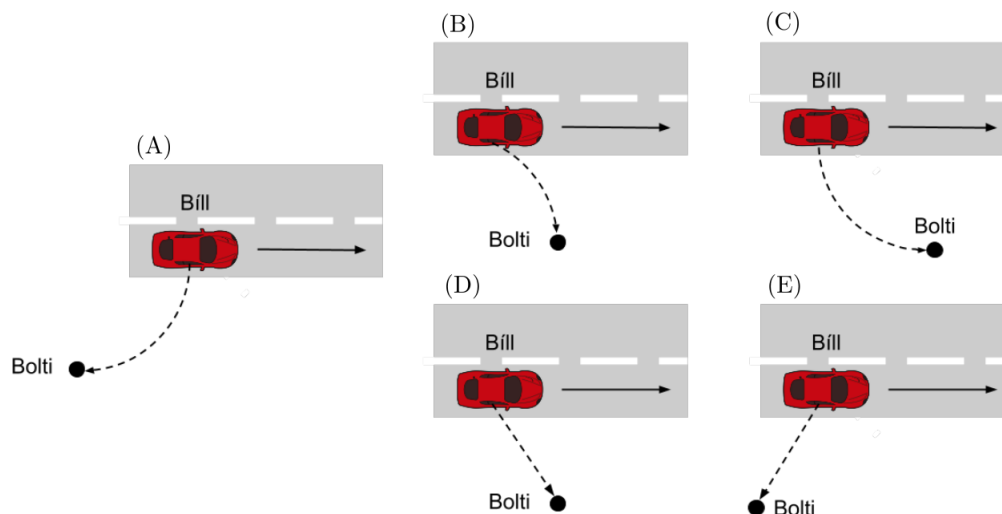
K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20

Krossar (70 stig)

- K1.** Eitt ljósár er skilgreint sem sú vegalengd sem ljósið ferðast á einu ári. Hvað er eitt ljósár langt?
 (A) $3,43 \cdot 10^{14}$ m (B) $9,46 \cdot 10^{15}$ m (C) $2,94 \cdot 10^{16}$ m (D) $4,39 \cdot 10^{17}$ m (E) $7,53 \cdot 10^{18}$ m
- K2.** Á hraðbrautum í Bandaríkjunum er hámarkshraðinn oft 65 mílur á klukkustund. Hver er hámarks-
 hraðinn í kílómetrum á klukkustund? Í einni mílu eru 1609 m.
 (A) 90 km/klst (B) 105 km/klst (C) 120 km/klst (D) 135 km/klst (E) 150 km/klst
- K3.** Snæfríður stendur á lestarstöð og er að veifa frænku sinni, Ragnheiði, á sama tíma og lestin er að taka
 af stað úr kyrrstöðu með jafri hröðun $0,25 \text{ m/s}^2$. Hversu langur tími líður þar til að lestin hefur náð
 hámarkshraða sínum, 108 km/klst?
 (A) 12 s (B) 45 s (C) 72 s (D) 99 s (E) 120 s
- K4.** Byggja á nýja flugbraut sem þarf að geta tekið á móti ýmisskonar flugvélum. Ein flugvéla hefur
 hröðunina $a = 3,0 \text{ m/s}^2$ og þarf að ná hraðanum $v = 65 \text{ m/s}$ til að geta tekist á loft. Hver þarf lengd
 flugbrautarinnar að vera í minnsta lagi til þess að slík flugvél geti tekist á loft?
 (A) 704 m (B) 234 m (C) 195 m (D) 585 m (E) 376 m
- K5.** Atli og Reynir æfa listdans á skautum. Massi Atla er 68 kg en massi Reynis 82 kg. Í upphafi skauta-
 sýningar standa þeir hreyfingarlausir á núningslausum ísnum þar til Atli ýtir Reyni frá sér með 17 N
 krafti. Hver verður hröðun Atla?
 (A) 0 m/s^2 (B) $0,10 \text{ m/s}^2$ (C) $0,25 \text{ m/s}^2$ (D) $0,50 \text{ m/s}^2$ (E) $1,0 \text{ m/s}^2$
- K6.** Tvær járnbrautarlestir ferðast með hraðanum 30 km/klst í átt að hvor annarri á sama brautarteininum.
 Þær eru í fjarlægðinni 60 km frá hvor annarri þegar fugl sem flýgur með hraðanum 60 km/klst tekur upp
 á því að fljúga á milli þeirra. Fuglinn er í upphafi staðsettur á annarri lestinni. Hann flýgur í áttina að
 hinni lestinni og þegar hann kemur að henni snýr hann samstundis við og flýgur til baka að fyrri lestinni.
 Svona flýgur hann á milli lestanna tveggja þar til þær skella saman. Hver er heildarvegalengdin sem
 fuglinn mun hafa flogið þegar lestirnar skella saman?
 (A) 30 km (B) 40 km (C) 50 km (D) 60 km (E) 70 km
- K7.** Tveir massar $m_1 = 1,0 \text{ kg}$ og $m_2 = 2,0 \text{ kg}$ liggja á núnings-
 lausum, láréttum fleti. Þeir eru festir saman með vír og eru
 togaðir af öðrum vír sem er festur við massann $m_3 = 2,0 \text{ kg}$
 sem hangir undir massalausri, núningslausri trissu. Gera
 má ráð fyrir að vírarnir séu massalausir. Hver verður tog-
 krafturinn, T_1 , í vírnum sem tengir m_1 og m_2 ?
- 
- (A) 3,9 N (B) 7,8 N (C) 12 N (D) 16 N (E) 20 N
- K8.** Kubbur með massa m liggur á núningslausu skábretti sem hallar um horn θ miðað
 við lárétt. Skábrettið hefur hröðun a til hægri sem er þannig að kubburinn helst
 kyrr miðað við skábrettið. Hver er þverkrafturinn á kubbin?
- 
- (A) mg (B) $mg \sin \theta$ (C) $\frac{mg}{\sin \theta}$ (D) $mg \cos \theta$ (E) $\frac{mg}{\cos \theta}$
- K9.** 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?
 (A) 17 ár (B) 76 ár (C) 112 ár (D) 179 ár (E) 248 ár
- K10.** Fjórum ögnum, hver með hleðslu $+q$ er komið fyrir á x -ásnum (samhverft
 um upphafspunktinn). Fimmtu hleðslunni, með hleðslu $-Q$, er komið fyrir
 á jákvæðum y -ásnum eins og sést á myndinni. Í hvaða stefnu er heildar-
 krafturinn sem verkar á fimmtu hleðsluna?
 (A) \uparrow (B) \downarrow (C) \rightarrow (D) \leftarrow (E) Heildarkrafturinn er núll.
- 

- K11.** Kassi með massa 2,0 kg sveiflast á núningslausu lárétu plani í gormi með gormstuðul 5,0 N/m. Útslag gormsins er í 30 cm fjarlægð frá jafnvægisstöðu. Hver er hraði massans í jafnvægisstöðu gormsins?
 (A) 0,38 m/s (B) 3,8 m/s (C) 0,47 m/s (D) 4,7 m/s (E) 0 m/s
- K12.** 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 rad/s². Hvort líður yfir Halla eða Kalla fyrst og hversu marga hringi hefur hringekjan farið þá?
 (A) Halla hvolp og 42 hringir.
 (B) Halla hvolp og 48 hringir.
 (C) Halla hvolp og 56 hringir.
 (D) Halla hvolp og 64 hringir.
 (E) Það líður yfir þá báða eftir 65 hringi.
- K13.** 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 einsleitrar 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) $1,56 \cdot 10^6 \text{ kg m}^2$
- K14.** Gerum ráð fyrir því að jörðin sé fullkomin kúla með jafna massadreifingu. Hugsum okkur að boruð hafi verið göng í gegnum hana miðja. Nú er bolti látinn falla úr kyrrstöðu inn í göngin. Gerum ráð fyrir að í göngunum sé fullkomið lofttæmi og að boltinn rekist ekki í vegg ganganna. Hvað gerist?
 (A) Boltinn fellur að miðju ganganna og stöðvast þar.
 (B) Boltinn skýst upp um hinn enda ganganna á ógnarhraða.
 (C) Boltinn ferðast í fullkominni sveifluhreyfingu milli enda ganganna.
 (D) Boltinn ferðast í sveifluhreyfingu sem deyr út svo að á endanum stöðvast hann í miðjunni.
 (E) Boltinn ferðast í sveifluhreyfingu með stígandi útslagi.
- K15.** Vésteinn og Hálfán sitja á löngum sleða sem stendur á núningslausum ís. Vésteinn situr vinstra megin á sleðanum en Hálfán situr hægra megin. Hálfán kastar bolta til Vésteins, sem grípur boltann. Hvað gerist við sleðann?
 (A) Hann byrjar á að fara til vinstri en endar á því að vera kyrr.
 (B) Hann byrjar á að fara til vinstri en endar á því að fara til hægri.
 (C) Hann byrjar á að fara til hægri en endar á því að vera kyrr.
 (D) Hann byrjar á að fara til hægri en endar á því að fara til vinstri.
 (E) Hann er kyrr allan tímann.
- K16.** Hildur, Gunnar og Gylfi eru að vega salt. Vegasaltið hefur lengd 3,0 m og snúningpunktur þess er í miðjunni. Massi vegasaltsins er jafndreifður. Gunnar hefur mass 35 kg og Gylfi og Hildur hafa hvort um sig 20 kg massa. Gunnar og Gylfi sitja á sitthvorum enda vegasaltsins. Hve langt frá miðju vegasaltsins situr Hildur ef vegasaltið er lárétt og í jafnvægi og enginn krakkanna snertir jörðina?
 (A) 0,23 m (B) 0,55 m (C) 0,84 m (D) 1,0 m (E) 1,1 m
- K17.** Gullstyttta með massa 25 kg er hífð upp frá botni sjávar með massalausum bandi. Hver er togkrafturinn í bandinu þegar að styttan hangir kyrr undir yfirborði sjávar? (Eðlismassi gulls er 19,3 g/cm³ og eðlismassi sjávar er 1,03 g/cm³).
 (A) 110 N (B) 180 N (C) 230 N (D) 340 N (E) 670 N

- K18.** Albert kastar bolta út úr bíl sem keyrir eftir beinni línu fram hjá Hallgrímskirkju. Hann kastar boltanum beint út um gluggan, þ.e. hornrétt á stefnuna sem bíllinn keyrir eftir. Þú horfir ofan á bílinn úr kirkjuturninum. Hver af myndunum að ofan lýsir best hvernig þú munst sjá boltann hreyfast? Húsið loftmótsstöðu.



- K19.** Kjarval kranakarl var að eignast nýjan byggingarkrana sem hefur hámarkslyftikraft 19 640 N. Hann fær það verkefni að lyfta holri kúlu með geisla R og fastan massa 2060 kg. Inn í kúlunni er algert tómarúm og við gerum ráð fyrir að kúluskelin sé sterk og breyti ekki lögun sinni. Hvert er minnsta gildið á R þannig að Kjarval takist að lyfta kúlunni? Eðlismassi andrúmslofts er $\rho = 1,23 \text{ kg/m}^3$.

(A) 1,78 m (B) 2,27 m (C) 2,89 m (D) 3,17 m (E) Kjarval mun aldrei geta lyft kúlunni.

- K20.** Skemmdarvargar hafa skorið hringlaga gat á stóran, opinn vantstank í úthverfi Reykjavíkur. Gatið er 9,0 m fyrir neðan vantsyfirborð tanksins og geisli þess er $r = 3,0 \text{ cm}$. Hversu mikið vatn streymir um gatið á sekúndu rétt eftir að gatið er skorið?

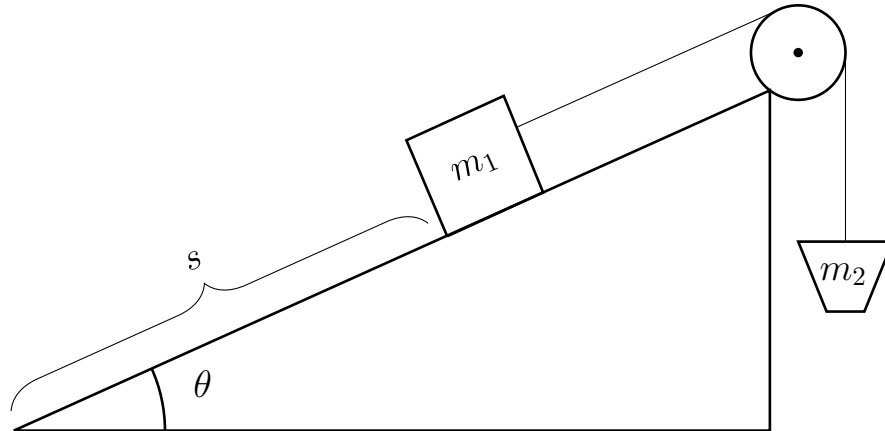
(A) $0,072 \text{ m}^3/\text{s}$ (B) $0,053 \text{ m}^3/\text{s}$ (C) $0,49 \text{ m}^3/\text{s}$ (D) $0,038 \text{ m}^3/\text{s}$ (E) $0,0028 \text{ m}^3/\text{s}$

Dæmi 1: Að lyfta vatnsfötu (15 stig)

Kubbur með massa m_1 stendur kyrr á skábretti sem hallar um horn θ miðað við lárétt. Kubburinn er festur með massalausu bandi við vatnsfötu með massa m_2 yfir núningslausa, massalausa trissu. Núningsstuðullinn milli skábrettisins og massans m_1 er μ . Gerum ráð fyrir að í fyrstu sé hlutfallið $\beta = \frac{m_1}{m_2}$ þannig að massinn m_1 byrjar að renna niður skábrettið.

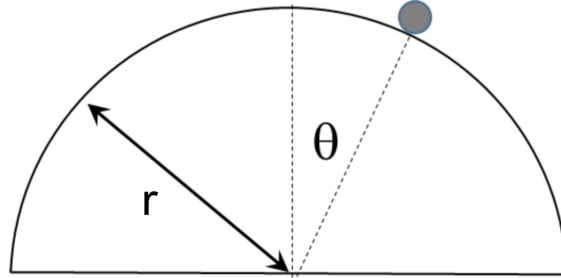
(a) (10 stig) Finnið hröðun kerfisins, a , sem fall af m_1, m_2, μ og þyngdarhröðun jarðar, $g = 9,82 \text{ m/s}^2$.

(b) (5 stig) Fyrir hvaða gildi á hlutfallinu, $\beta = \frac{m_1}{m_2}$, mun kerfið haldast kyrrt?



Dæmi 2: Ögn sem rennur af kúlu (15 stig)

Ögn með massa m stendur kyrr ofan á stórru 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 θ 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, θ og þekktum föstum með því að nota orkuvarðveislu.
- (b) (5 stig) Skriðið niður kraftajöfnu fyrir þverkraftinum á ögnina sem fall af r, θ, 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 θ þar sem ögnin losnar af kúlunni.